



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN
BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE
SUMINISTROS & ALIMENTOS, S. A.**

Juan Carlos Sosa López

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, enero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN
BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE
SUMINISTROS & ALIMENTOS, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS SOSA LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Luis Diego Aguilar Ralón |
| VOCAL V | Br. Christian Daniel Estrada Santizo |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADORA | Inga. Rocío Carolina Medina Galindo |
| EXAMINADOR | Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel |
| EXAMINADORA | Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUMINISTROS & ALIMENTOS, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 20 de febrero de 2018.



Juan Carlos Sosa López



Guatemala, 16 de octubre de 2019.
REF.EPS.DOC.725.10.19.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Juan Carlos Sosa López, Registro Académico No. 200413408** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUMINISTROS & ALIMENTOS S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Jaime Humberto Batzen Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 16 de octubre de 2019.
REF.EPS.D.372.10.19

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUMINISTROS & ALIMENTOS S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Juan Carlos Sosa López** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.110.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUMINISTROS & ALIMENTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Sosa López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.007.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUMINISTROS & ALIMENTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Sosa López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2020.

/mgp



Ref. DTG.018.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS EN BODEGAS SECA, REFRIGERADA Y CONGELADA DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUMINISTROS & ALIMENTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Carlos Sosa López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme una vida llena de bendiciones al lado de una familia maravillosa y permitirme alcanzar este y muchos logros más.
- Mis padres** Isaac Sosa y Rosa López, por todo su amor y apoyo incondicional, gracias por enseñarme como alcanzar mis objetivos y mostrarme el camino a la superación.
- Mis hijos** Carlos Santiago y Guadalupe Angely Sosa, por ser la más hermosa inspiración y mi principal motivación para esforzarme cada día.
- Mis hermanos** Rosa, Vanessa, John e Isaac Sosa, por estar siempre a mi lado y ser una importante influencia en mi carrera.
- Mis sobrinos** Ximena, Selene, Isis, Nicolle, Alesia, Ana, Isaac y Alexis, Por llenar mi vida de momentos maravillosos.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por abrirme sus puertas y ser esa casa de estudios en donde me formé profesionalmente. |
| Facultad de Ingeniería | Por todas sus enseñanzas que me servirán para el presente y el futuro. |
| Mis amigos de la Facultad | Mónica Rodríguez, Sandy Santos, Flor Juárez, Flor Alecio, Carlos de la Cruz, Manuel Vanegas, William Guzmán, Josué García, Luis Castro, Francisco Cospin, Fernando Ochoa, Gustavo López, por tantos buenos momentos, por su amistad, confianza y todo su apoyo, muchas gracias. |
| Suministros & Alimentos S.A. | Especialmente a Rafael Labbé, Manolo Blanco y José Alvizures, por permitirme realizar mi trabajo de graduación en la empresa y apoyarme en todo lo que necesitaba. |
| Mi amigos y familia | Helga Olivet, Julia López, Lesbia Solares, Julia Samayoa, Astrid Yoc, Cinthia Montesdeoca, Kelin Giron, Christian España, Cesar Ramos, Cesar Leiva, Arvin Solares, por brindarme su amistad y ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | XIII |
| GLOSARIO..... | XV |
| RESUMEN..... | XIX |
| OBJETIVOS | XXIII |
| INTRODUCCIÓN..... | XXV |
| | |
| 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA SUMINISTROS & ALIMENTOS S.A..... | 1 |
| 1.1. Información general de Suministros & Alimentos S.A. | 1 |
| 1.2. Descripción..... | 1 |
| 1.3. Historia | 2 |
| 1.4. Visión..... | 2 |
| 1.5. Misión..... | 3 |
| 1.6. Valores | 3 |
| 1.7. Estructura organizacional | 3 |
| | |
| 2. SELECCIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS, OPTIMIZACIÓN DE POSICIONES DE ALMACENAJE Y PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS..... | 5 |
| 2.1. Diagnóstico de la situación actual..... | 5 |
| 2.1.1. Diagnóstico | 5 |
| 2.1.2. Equipos y maquinaria..... | 7 |
| 2.1.2.1. Árbol de problemas | 12 |
| 2.1.2.2. Árbol de objetivos..... | 13 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.1.3. | Inventario y tipos de productos | 14 |
| 2.1.4. | Ventas | 15 |
| 2.1.5. | Abastecimiento y proveeduría | 17 |
| 2.1.6. | Estudio de problemas en el método actual de inventarios | 18 |
| 2.1.6.1. | Método actual de control de inventarios | 19 |
| 2.1.6.2. | Cantidades de productos por pedir | 19 |
| 2.1.6.3. | Costos de mantenimiento de inventarios | 20 |
| 2.1.6.4. | Órdenes de compra de productos..... | 20 |
| 2.1.7. | Distribución de espacio de almacenaje actual | 21 |
| 2.1.7.1. | Posiciones de almacenaje actuales | 21 |
| 2.1.8. | Procedimiento de recepción y almacenaje actual ... | 29 |
| 2.1.9. | Procedimiento de preparación de pedidos actual ... | 32 |
| 2.1.9.1. | Diagramas de procedimientos actuales | 33 |
| 2.1.10. | Análisis de operaciones..... | 35 |
| 2.2. | Propuesta de mejora | 35 |
| 2.2.1. | Presentación de optimización al control de inventarios | 35 |
| 2.2.1.1. | Causas y efectos identificados..... | 35 |
| 2.2.2. | Codificación de posiciones | 37 |
| 2.2.3. | Precisión con la que se conoce la demanda..... | 39 |
| 2.2.4. | Pronósticos de ventas mejorados..... | 40 |
| 2.2.5. | Cálculo de la demanda real | 41 |
| 2.2.5.1. | Suavizamiento exponencial simple | 41 |
| 2.2.6. | Selección del modelo óptimo para el control de inventarios | 45 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.2.6.1. | Modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos | 50 |
| 2.2.6.2. | Cantidades óptimas por pedir..... | 54 |
| 2.2.6.3. | Ciclos para ordenar | 56 |
| 2.2.7. | Modelo <i>NewsVendor</i> | 57 |
| 2.2.7.1. | Problema del vendedor de periódicos..... | 58 |
| 2.2.7.2. | El costo de pedir demasiado | 59 |
| 2.2.7.3. | El costo de pedir muy poco | 59 |
| 2.2.7.4. | Fórmulas | 60 |
| 2.2.7.5. | Ganancia óptima para bodega refrigerada..... | 64 |
| 2.2.8. | <i>Stock</i> de seguridad | 70 |
| 2.2.9. | Clasificación de inventario | 72 |
| 2.2.9.1. | Clasificación de inventario ABC | 73 |
| 2.2.9.2. | Controles para las zonas de clasificación..... | 75 |
| 2.2.9.2.1. | Control para zonas A..... | 75 |
| 2.2.9.2.2. | Control para zonas B..... | 76 |
| 2.2.9.2.3. | Control para zonas C | 76 |
| 2.2.9.3. | ¿Cómo realizar la clasificación ABC?...77 | |
| 2.2.9.4. | Aplicación de clasificación ABC para productos refrigerados | 77 |
| 2.2.9.4.1. | Criterios porcentuales respecto a la valorización | 78 |
| 2.2.10. | Rediseño para las posiciones de almacenamiento..... | 83 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2.2.10.1. | Ordenar la bodega según la demanda de productos | 83 |
| 2.2.10.2. | Propuesta de un nuevo diseño en posiciones de almacenaje..... | 84 |
| 2.2.11. | Tecnologías que se podrían aplicar para hacer más eficientes los procedimientos de recepción y preparación de pedidos | 90 |
| 2.3. | Procedimientos mejorados con tecnologías | 92 |
| 2.3.1.1. | Diagramas de operaciones mejorados..... | 96 |
| 2.3.2. | Seguridad industrial..... | 97 |
| 2.3.2.1. | Equipos de protección personal recomendados | 99 |
| 2.3.3. | Costos de la propuesta..... | 105 |
| 2.3.3.1. | Costos totales de sistema óptimo versus sistema actual | 105 |
| 2.3.3.2. | Costos de inversión en tecnología | 106 |
| 2.3.3.3. | Costos de esta propuesta..... | 108 |
| 3. | PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LAS BODEGAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN | 111 |
| 3.1. | Situación actual..... | 111 |
| 3.1.1. | Uso del luxómetro..... | 115 |
| 3.1.2. | Tecnología actual | 120 |
| 3.1.3. | Consumo actual | 122 |
| 3.2. | Elaboración de material de concientización para el personal | 123 |
| 3.2.1. | Concientización del buen uso de los recursos | 123 |
| 3.2.2. | Material visual para el cuidado del medio ambiente | 124 |

| | | |
|----------------------|--|-----|
| 3.3. | Propuesta de mejora | 126 |
| 3.4. | Reducción de gasto energético..... | 133 |
| 4. | PLAN DE CAPACITACIÓN | 135 |
| 4.1. | Diagnóstico de necesidades de capacitación..... | 135 |
| 4.2. | Plan de capacitación..... | 136 |
| 4.3. | Resultados esperados de las capacitaciones | 138 |
| 4.4. | Costos de la propuesta | 138 |
| CONCLUSIONES | | 141 |
| RECOMENDACIONES..... | | 145 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 147 |
| APÉNDICES..... | | 149 |
| ANEXOS | | 165 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Organigrama de Suministros & Alimentos S.A. | 4 |
| 2. | Palé eléctrica operador a pie..... | 8 |
| 3. | Palé eléctrica operador a bordo | 9 |
| 4. | Palé manual eléctrica..... | 10 |
| 5. | Montacargas | 11 |
| 6. | Extensión doble (RD) | 12 |
| 7. | Árbol de problemas | 13 |
| 8. | Árbol de objetivos..... | 14 |
| 9. | Mapa bodega completa vista superior | 22 |
| 10. | Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega seca vista superior | 23 |
| 11. | Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega seca vista de frente..... | 24 |
| 12. | Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega refrigerada vista superior..... | 25 |
| 13. | Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega refrigerada vista de frente | 26 |
| 14. | Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega congelada vista superior..... | 27 |
| 15. | Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega congelada vista de frente | 28 |
| 16. | Procedimiento actual para la recepción de productos a temperatura ambiente | 30 |

| | | |
|-----|---|----|
| 17. | Procedimiento Actual De La Recepción De Productos Refrigerados O Congelados..... | 31 |
| 18. | Procedimiento de preparación de pedidos actual | 32 |
| 19. | Flujograma actual de operaciones del procedimiento de recepción | 33 |
| 20. | Flujograma de operaciones del procedimiento de preparación de pedidos..... | 34 |
| 21. | Diagrama de codificación de productos | 37 |
| 22. | Vista superior posición C11 11 1 PB..... | 38 |
| 23. | Vista de frente posición C11 11 1 PB | 39 |
| 24. | Suavizamiento exponencial papa crispy C para valores de alfa de $\alpha=0,2$ $\alpha=0,5$ y $\alpha=0,8$ | 44 |
| 25. | Modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos | 51 |
| 26. | Punto óptimo de costo mínimo..... | 53 |
| 27. | Distribución normal para Z0,55 | 63 |
| 28. | Vista superior del nuevo diseño de bodega completa del centro de distribución de Suministros & Alimentos S. A..... | 84 |
| 29. | Nuevo diseño de posiciones de almacenamiento en bodega seca según clasificación ABC | 85 |
| 30. | Mapa propuesto de posiciones de almacenaje en bodega seca vista frontal | 86 |
| 31. | Nuevo diseño de posiciones de almacenamiento en bodega refrigerada según clasificación ABC | 87 |
| 32. | Mapa propuesto de posiciones de almacenaje en bodega refrigerada vista frontal | 87 |
| 33. | Vista superior del nuevo diseño de posiciones de almacenamiento en bodega congelada según clasificación ABC | 88 |
| 34. | Mapa propuesto de posiciones de almacenaje en bodega congelada vista frontal..... | 89 |
| 35. | Imágenes de algunos equipos tecnológicos | 90 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 36. | Procedimiento mejorado de recepción producto seco | 93 |
| 37. | Procedimiento de recepción de producto refrigerado o congelado mejorado | 94 |
| 38. | Procedimiento de preparación de pedidos mejorado..... | 95 |
| 39. | Flujograma de operaciones del procedimiento propuesto de recepción de producto..... | 96 |
| 40. | Flujograma de operaciones del procedimiento propuesto de preparación de pedidos..... | 97 |
| 41. | Casco de seguridad industrial | 99 |
| 42. | Guantes para frío | 100 |
| 43. | Pasamontañas térmico..... | 101 |
| 44. | Cinturón de fuerza..... | 101 |
| 45. | Botas para frío | 102 |
| 46. | Traje para frío | 103 |
| 47. | Overol para frío | 103 |
| 48. | Arnés industrial | 104 |
| 49. | Iluminación de la bodega seca | 112 |
| 50. | Utilización del luxómetro en la bodega seca..... | 113 |
| 51. | Iluminación de la bodega refrigerada | 113 |
| 52. | Utilización del luxómetro en la bodega refrigerada | 114 |
| 53. | Iluminación de la bodega congelada | 114 |
| 54. | Utilización del luxómetro en la bodega congelada..... | 115 |
| 55. | Especificaciones de escala (en luxes)..... | 116 |
| 56. | Especificaciones de escala (en fc) | 117 |
| 57. | Descripción del panel frontal del luxómetro | 118 |
| 58. | Tubo fluorescente lineal T8 marca MAGG..... | 121 |
| 59. | Afiche sobre eficiencia energética..... | 125 |
| 60. | Afiche sobre el ahorro de energía | 125 |
| 61. | Método de cavidad zonal | 126 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 62. | Diseño de colocación de lámparas en cada una de las bodegas | 132 |
|-----|---|-----|

TABLAS

| | | |
|--------|--|-----|
| I. | Bodegas y sus características | 15 |
| II. | Pronósticos de venta para el 2018, productos refrigerados | 17 |
| III. | Costos de almacenaje de productos por bodega | 20 |
| IV. | Causas y efectos identificados..... | 36 |
| V. | Causas y efectos identificados..... | 40 |
| VI. | Pronósticos con suavizamiento exponencial papa crispy C para valores de alfa de $\alpha=0,2$ $\alpha=0,5$ y $\alpha=0,8$ | 43 |
| VII. | Media y desviación estándar según pronósticos de venta por semana productos refrigerados 2018 | 62 |
| VIII. | Cantidades óptimas por pedir, número de pedidos y tiempo entre pedidos para bodega seca..... | 65 |
| IX. | Cantidades óptimas por pedir, número de pedidos y tiempo entre pedidos para bodega congelada | 67 |
| X. | Cantidades óptimas por pedir, número de pedidos y tiempo entre pedidos para bodega refrigerada | 70 |
| XI. | Demanda anual y precio unitario de productos refrigerados | 78 |
| XII. | Valor total del inventario anual de productos refrigerados | 79 |
| XIII. | Porcentaje del valor total de productos refrigerados | 80 |
| XIV. | Porcentaje del valor total de productos refrigerados | 81 |
| XV. | Matriz para la clasificación de productos | 82 |
| XVI. | Total de productos clasificados en cada bodega | 83 |
| XVII. | Efectos sobre la salud ocasionados por la exposición en ambientes fríos sin equipo de protección personal..... | 98 |
| XVIII. | Costos de lectores de código de barras..... | 107 |
| XIX. | Costos del sistema Vocollect | 107 |

| | | |
|---------|---|-----|
| XX. | Costo total de las propuestas realizadas | 109 |
| XXI. | Identificación del equipo | 115 |
| XXII. | Factores de corrección para el luxómetro..... | 119 |
| XXIII. | Especificaciones de tubo fluorescente lineal T8 marca MAGG..... | 121 |
| XXIV. | Consumo de energía en bodega | 123 |
| XXV. | Luminarias que se proponen instalar..... | 133 |
| XXVI. | Ahorro de energía utilizando luminarias propuestas..... | 133 |
| XXVII. | Personal por capacitar | 137 |
| XXVIII. | Programas de capacitación | 137 |
| XXIX. | Costos de las capacitaciones | 139 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|----------------------|
| Ah | Amperio-hora |
| C | Celsius |
| US\$ | Dólar estadounidense |
| F | Fahrenheit |
| Fc | Pie-candela |
| ° | Grado |
| K | Kelvin |
| kg | Kilogramo |
| km/h | Kilómetro por hora |
| lm | Lumen |
| m/s | Metro por segundo |
| mm | Milímetro |
| ' | Pie |
| PR | Punto de reorden |
| W | Vatio |
| V | Voltio |

GLOSARIO

| | |
|-------------------------------|--|
| Almacenamiento | Función de conservar y mantener artículos en espacios, condiciones y periodos determinados. |
| Averías | Artículos o mercancías que han sufrido daños o deterioros en el producto, empaque, etiqueta, y que deben ser manejados con especial cuidado y atención tanto físicamente como en los controles de kárdex y sistemas de inventarios de productos disponibles. |
| Centro de distribución | Infraestructura donde se realizan actividades de la logística desde donde se ejecuta la política de servicio al cliente en el día a día, donde se almacena el inventario, se manejan los contactos con proveedores, se despacha y concentra la mayor parte de las actividades transaccionales de la logística. |
| Despacho | Actividad relacionada con el envío o remisión de mercancías. |
| IRC | Índice de reproducción cromática, es la medida utilizada en relación a una fuente de luz para medir su capacidad de mostrar los colores de un objeto de |

manera real, tomando como referencia la iluminación natural.

Kárdex

Herramienta que permite imprimir reportes con información resumida de las transacciones de inventario de la compañía. A través de él se realiza seguimiento a los inventarios y los costos de la mercancía en los almacenes.

Mezzanine

Estructura metálica que permite diseñar niveles intermedios sobre el piso mediante pasillos y escaleras de acceso, para almacenamiento de diferentes cargas, ideales para mercancías semipesadas.

Montacargas

Equipo de elevación que sirve para cargar y transportar materiales de gran peso y tamaño. Lo hace a través de una plataforma que se desliza a lo largo de dos guías rígidas paralelas.

Montacarguista

Operador o piloto de montacargas encargado de almacenar en los *racks* los distintos productos, de cada bodega.

Nylon

Fibra compuesta de un polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas. Se caracteriza por ser elástica y resistente, y es utilizada para fabricar hilos y tejidos.

| | |
|-----------------------------|--|
| Palé | Tarima o plataforma generalmente de madera o de metal ligero y resistente, preparada para colocar sobre ella la carga y que permite su manipulación con la ayuda de elementos mecánicos de elevación. |
| Paletizar | Es la acción y efecto de disponer mercancía sobre una palé para su almacenaje y transporte, con el fin de conseguir uniformidad y facilidad de manipulación |
| <i>Picking</i> | Procedimiento de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas. |
| <i>Pick to light</i> | Sistema de preparación de pedidos que funciona a través de una pantalla luminosa y un escáner que guía la operación. |
| <i>Push-back</i> | Es un sistema de estantería de almacenaje compacto por acumulación, que da la posibilidad de almacenar varias palés en fondo por nivel. La carretilla empuja la paleta hacia el fondo del canal para la carga. |
| <i>Rack</i> | También conocido como bastidores, gabinetes o armarios, son simples armazón metálico con un ancho interno normalizado de distintos tamaños y medidas para adaptarse a las distintas necesidades, cuya armazón cuenta con guías horizontales. |

| | |
|----------------------------|---|
| <i>Stock</i> | Cantidad de bienes o productos que dispone una organización o un individuo en un determinado momento para el cumplimiento de ciertos objetivos. |
| Sobrestock | El exceso de inventario es uno de los problemas más comunes en empresas que almacenan <i>stock</i> y no es otra cosa que la acumulación de <i>stock</i> en los almacenes más allá de un nivel apropiado (u óptimo) y que en la mayor parte de las ocasiones se estima de una forma bastante elemental. |
| <i>Stretch film</i> | También llamado plástico para paletizar, es una película expandible de alta transparencia fabricada a base de polietileno de baja densidad cuya resistencia mecánica y bajo espesor lo hacen especial para envolver o paletizar mercadería, asegurándola de cualquier daño durante un movimiento a un bajo costo. |
| Trazabilidad | Posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo. |

RESUMEN

Suministros & Alimentos actualmente cuenta con tres bodegas donde almacena una gran variedad de productos de limpieza, empaque y distintos tipos de alimentos. En la bodega seca se almacena una gran cantidad de productos de empaque, limpieza y alimentos a temperatura ambiente, en la bodega refrigerada (34 °F – 40 °F) se almacenan distintos alimentos de alta rotación en su mayoría perecederos de corto tiempo de vida útil entre 34 °F y 40°F; la bodega congelada (-10 °F – 0 °F) cuenta con *racks* simples y tipo *push-back* donde se almacenan varios alimentos.

Las posiciones en cada bodega mencionadas anteriormente están distribuidas y divididas según la gran variedad de clientes que confían sus productos a Suministros & Alimentos, los productos químicos y alérgenos son clasificados y separados de los demás productos comestibles. El diseño actual de cada bodega se puede mejorar haciendo un profundo estudio de los inventarios de cada producto, la rotación y características de estos según su demanda y los pronósticos de venta.

La distribución de las posiciones en cada bodega está dividida según proyecciones mensuales de almacenaje donde se asigna cierta cantidad de espacios exclusivos para almacenar distintos tipos de productos, estos productos se clasifican por tipo y dimensiones físicas y se almacenan en las posiciones que estén disponibles en el momento el centro de distribución.

Son varios los productos que Suministros y Alimentos comercializa directamente a distintos clientes con el nombre de *Food Service*, del total de los

productos almacenados se consideró una muestra aleatoria de 100 productos de la bodega seca, 25 productos de la bodega refrigerada y 100 productos de la bodega congelada. Esta muestra considera arriba de un 80 % del total de los productos almacenados, estos productos serán en los que este proyectos se enfoque para el control de inventarios y cantidades óptimas de productos a pedir, aprovechamiento y optimización de espacios de almacenamiento según la demanda, pronósticos de venta y características de cada producto.

En los procedimientos de preparación de pedidos se observan distancias recorridas que se podrían evitar. Esto porque los productos no están ordenados según la demanda o por el porcentaje de las ventas en el diseño de las posiciones actuales de almacenamiento de los *racks*. Para completar cada tarima con productos que será cargada en las rutas preestablecidas según cada pedido, los operadores van de posición en posición preparando las tarimas de cada pedido recorriendo distancias innecesarias si los productos estuviesen ordenados de tal forma que se minimicen esas distancias recorridas. También se observa que existen espacios o posiciones que se puede aprovechar según la rotación de la demanda de los productos.

La ubicación de cada producto almacenado en *racks* se conoce únicamente por las posiciones disponibles en el último ingreso de productos según su clasificación por ejemplo empaque, químico o comestible. Los espacios no están ordenados según hoja de preparación ni tampoco por su demanda, sino más bien por el peso y volumen de los diferentes productos, también suele suceder que la ubicación de almacenaje por lo general la conoce únicamente el montacarguista que almacenó en la posición disponible en ese momento para cada tarima con producto.

Para evitar la contaminación con algún residuo de hidrocarburos en los alimentos todos los equipos del centro de distribución son eléctricos y cuentan con diecinueve *pallets* y once montacargas eléctricos que se usan a diario para el almacenaje, preparación y transporte de los productos. Este proyecto busca aprovechar los espacios de almacenamiento, reducir tiempo y distancias recorridas por los equipos y el personal en el procedimiento de preparación de pedidos, para un mayor aprovechamiento de la energía eléctrica y por ende una mayor eficiencia.

Para lograr los objetivos de este proyecto se realizará un suavizado exponencial a los datos de los pronósticos proporcionados por la empresa considerando un parámetro de suavizamiento alfa acorde que excluya picos de demanda pero que considere la tendencia histórica de periodos de tiempo anteriores y variaciones de temporada, para obtener así la demanda real. Con este dato se elegirá y propondrá un método óptimo para el control de inventarios que permita conocer, cantidades óptimas a pedir, número de pedidos por ciclo, el tiempo entre cada pedido y los costos totales. Considerando los datos calculados se propone un nuevo diseño en la distribución de posiciones de almacenaje basados en clasificación de inventarios ABC. Con estas nuevas propuestas se aporta una optimización al reducir los costos comparándolos con el método actualmente utilizado en la operación del centro de distribución.

Para optimizar procedimientos actuales se proponen tecnologías y mejoras a los procedimientos actuales de recepción de productos y preparación de pedidos, que integren soluciones para la captura y codificación automática de datos en el centro de distribución.

Como parte de una producción más limpia se realizó un estudio de las luminarias actualmente utilizadas en cada bodega del centro de distribución y se propone un nuevo diseño y nueva tecnología para las luminarias que permitan minimizar los costos de operación y lograr así ahorro de energía.

OBJETIVOS

General

Proponer un modelo óptimo para el control de inventarios y un nuevo diseño en la distribución de las posiciones de almacenaje que se adecue y facilite los procedimientos operativos, que permita minimizar costos y aprovechar las posiciones de almacenamiento en las bodegas de Suministros & Alimentos.

Específicos

1. Realizar un estudio para determinar el tipo de luminarias y tecnologías para todas las bodegas que permitan minimizar los costos de operación y el ahorro de energía como parte de una producción más limpia.
2. Conocer los productos con mayor demanda a través de clasificación de inventarios ABC, para ordenar la distribución de las posiciones de almacenaje, dentro de cada bodega.
3. Realizar el diseño de una nomenclatura para codificar todas las posiciones de almacenamiento con base en la ubicación dentro de cada bodega del centro de distribución Suministros & Alimentos.
4. Determinar cantidades óptimas a pedir, número y tiempo de pedidos considerando pronósticos de venta optimizados para el control de

inventarios, para aprovechar la cantidad de espacios necesarios de almacenamiento y garantizar *stocks* de seguridad de todos los productos.

5. Proponer mejoras apoyándose en el uso de tecnologías para los procedimientos de recepción y preparación de pedidos.
6. Cotizar y presentar proyectos de nuevas tecnologías que integren soluciones para la captura, codificación automática de datos y procedimientos de recepción y preparación de pedidos en las bodegas de Suministros & Alimentos.
7. Capacitar al personal sobre el uso consciente de los recursos que afectan al medio ambiente, sobre el uso correcto de EPP y uso de nuevas tecnologías.

INTRODUCCIÓN

El Centro de Distribución de Suministros & Alimentos es una empresa que desde 1,980 se dedica a ofrecer servicios, suministros y alimentos de muy alta calidad, cuenta con la confianza de una gran cantidad de clientes que almacenan sus productos y que también compran de la amplia gama de estos que Suministros & Alimentos elabora en sus plantas de producción especializadas en carne, panadería y repostería, o que también importa o adquiere de varios proveedores en el mercado local, logrando así el abastecimiento a una amplia variedad de clientes en la ciudad y el interior del país y que también exporta a varios países de Centroamérica, México y República Dominicana.

Gracias al crecimiento y expansión propia y de sus clientes se crea la constante necesidad de la optimización de recursos, aumentar la productividad y mejorar la eficiencia de los procedimientos técnicos y operacionales garantizando cumplir siempre altos estándares de calidad por los cuales Suministros & Alimentos siempre se ha caracterizado.

El objetivo principal de Suministros & Alimentos es ser la solución confiable en el abastecimiento de suministros y alimentos, con ese objetivo en mente se presenta este proyecto que busca proponer un nuevo modelo que garantice un nivel óptimo de inventarios, mejorar la eficiencia en varios procedimientos operativos del centro de distribución apoyados en nuevas tecnologías y un nuevo diseño en las posiciones de almacenaje que permita el aprovechamiento de espacios en las bodegas seca, refrigerada y congelada del centro de distribución.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA SUMINISTROS & ALIMENTOS S.A.

A continuación, se describen las generalidades correspondientes a la empresa Suministros & Alimentos S.A. para tener un panorama previo.

1.1. Información general de Suministros & Alimentos S.A.

Suministros & Alimentos S.A. es una empresa establecida en Guatemala desde 1980, la cual se dedica al mercado de *food service* y cuenta con el centro de distribución más grande de Centroamérica y modernas plantas de producción especializadas en carne, panadería y repostería. La empresa abastece varias franquicias dentro del país y cuenta con varias certificaciones de calidad.

1.2. Descripción

Suministros & Alimentos cuenta con una bodega seca donde almacena una gran cantidad de productos a temperatura ambiente, en esta bodega se tiene una capacidad de 870 posiciones para almacenar tarimas estándar en racks tipo *push-back* y selectivos según el diseño original; en la bodega refrigerada se cuenta con capacidad de 294 posiciones entre un rango de temperatura 34 °F y 40 °F; la bodega congelada entre -10 °F y 0 °F tiene una capacidad de 1 607 posiciones y cuenta con *racks* simples y tipo *push-back*.

1.3. Historia

En el año de 1980, se fundó Suministros & Alimentos como un distribuidor multinacional, autorizado para atender la producción de tortas congeladas de carne de res para hamburguesa. En 1995, el Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala, reconoce a la empresa como la compañía modelo con plan HACCP. En 1998 obtuvo la nominación al premio de “El Nuevo Exportador por la Asociación de Exportadores de Guatemala”. En 2005 se inicia la operación de una nueva planta productora de repostería siendo los pioneros en Guatemala en la elaboración y distribución de pasteles congelados.

El actual centro de distribución es inaugurado en 2010, el cual tiene la capacidad de llegar a almacenar más de 5 314 posiciones de *pallets* entre productos congelados, refrigerados y secos. Siendo el centro logístico de distribución de *Food Service* más grande de Centro América.

La planta de producción, que tiene la capacidad para procesar 1,6 millones de libras mensuales de carne; siendo la mayor y más moderna planta de procesamiento de tortitas de carne en Centroamérica.

En el centro de distribución se ha implementado un riguroso sistema de gestión de calidad, con el propósito de mejorar la eficacia de las actividades, servicios, procedimientos y sistemas; también para sobrepasar las exigencias de los clientes en general, logrando cumplir entre otros, con los siguientes requisitos:

- *Distribution Quality Management Process* (DQMP).
- Programa de distribución, evaluación, reconocimiento y seguimiento (DART)
- Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés).
- Además, se cuenta con la autorización del ejército de Estados Unidos para fungir como centro de distribución oficial en caso de emergencia.¹

1.4. Visión

La visión de la empresa es “Ser reconocidos regionalmente como el proveedor confiable de soluciones integrales para la cadena de valor de nuestros clientes. Lo lograremos a través de una cobertura a detalle a nivel

¹ Suministros & Alimentos S.A. *Historia*. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/suministros-alimentos/14000011192#!>. Consulta: 25 de febrero de 2019.

nacional, un servicio de alta calidad y presencia permanente de productos para tener proveedores y clientes totalmente satisfechos”.²

1.5. Misión

“La solución confiable en el abastecimiento de suministros y alimentos”.³

1.6. Valores

Los valores de la empresa Suministros & Alimentos se han establecido de la siguiente forma:

- Altos estándares
- Innovación y crecimiento
- Gente
- Optimización de recursos
- Ético y Justo

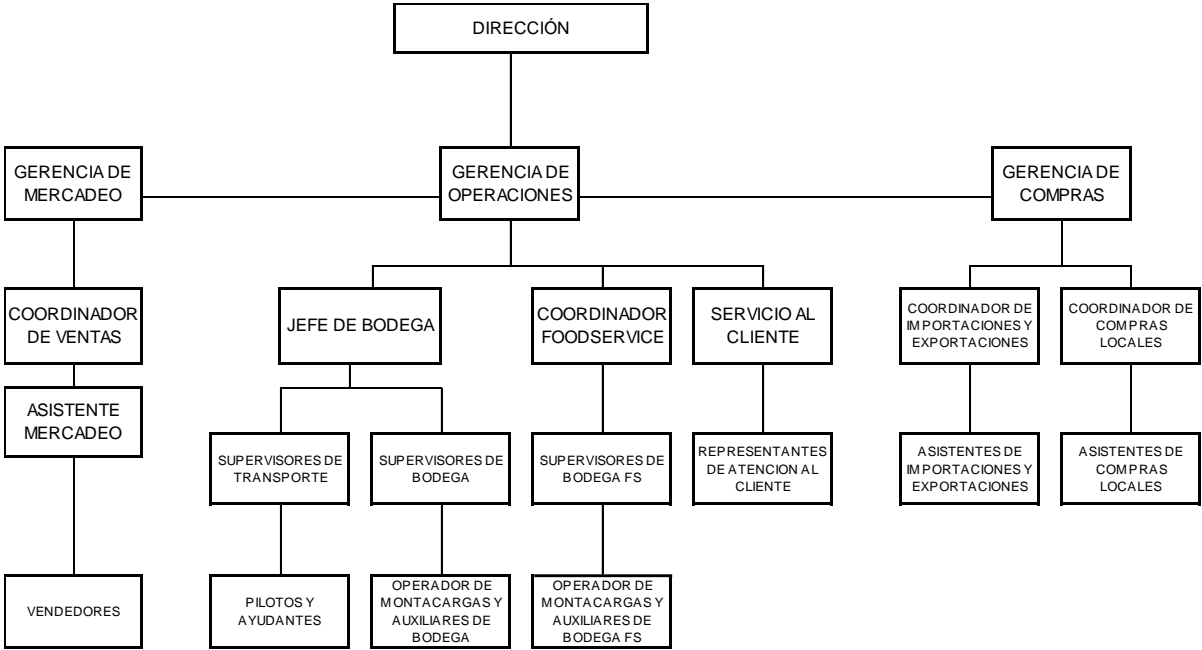
1.7. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa, se detalla en la figura 1. Esta se estructura verticalmente de acuerdo a las distintas funciones y tareas que son necesarias de llevar a cabo. Existe un gerente por cada uno de los departamentos o áreas de la empresa, y se encuentran ubicados en un mismo nivel jerárquico dentro del organigrama, apoyándose conjuntamente y con la finalidad de cumplir con la función de cada departamento.

² Suministros & Alimentos S.A. *Misión*. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/suministros-alimentos/14000011192#!>. Consulta: 25 de febrero de 2019.

³ *Ibíd.*

Figura 1. Organigrama de Suministros & Alimentos S.A.



Fuente: elaboración propia.

2. SELECCIÓN DE UN MODELO ÓPTIMO PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS, OPTIMIZACIÓN DE POSICIONES DE ALMACENAJE Y PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

Para un óptimo control de inventarios, la optimización de procedimiento y de diseño, es necesario realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa y a partir de allí, seleccionar un modelo óptimo que permita mejorar dicho procedimiento, lo cual se detalla a continuación.

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Con el fin de visualizar los elementos que relacionan los problemas o necesidades con sus causas y efectos, se realiza un árbol de problemas y para visualizar y definir los objetivos o logros del proyecto con la mejor estrategia para alcanzarlos, se construye un árbol de objetivos.

2.1.1. Diagnóstico

Para obtener el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento de las bodegas: se realizaron varios recorridos en cada una de las bodegas realizando una inspección visual y conteo de posiciones de almacenaje en los distintos *racks*, según los datos obtenidos se confirmó que Suministros & Alimentos cuenta con una

bodega seca donde almacena una gran cantidad de productos a temperatura ambiente, en esta bodega se tiene una capacidad de 870 posiciones para almacenar tarimas estándar en *racks* tipo *push-back* y selectivos según el diseño original; en la bodega refrigerada se cuenta con capacidad de 294 posiciones entre un rango de temperatura 34 °F y 40 °F; la bodega congelada entre -10 °F y 0 °F tiene una capacidad de 1 607 posiciones y cuenta con racks simples y tipo *push-back*.

- Reconocimiento de productos: se analizaron físicamente los productos y la información disponible en el inventario de cada bodega en el centro de distribución. En cada bodega se selecciona una muestra de productos siendo para la bodega seca de 100 artículos, para la bodega refrigerada se toman 25 artículos, y en la bodega congelada 100 productos.
- Definir límites y alcance: aplica a todos los procedimientos de manipulación de productos alimenticios y no alimenticios, recepción, almacenaje, rotación de inventarios, preparación de pedidos, todas las normas del sistema de gestión de calidad y las que la ley establezca. Con el propósito de brindar una herramienta para la administración actual con el fin de mejorar la eficiencia de las actividades, servicios, procedimientos y sistemas que aseguren la calidad e inocuidad, en la distribución de los distintos productos que se almacenan en las bodegas del centro de distribución de Suministros & Alimentos S.A

El proyecto se llevará a cabo en el centro de distribución específicamente en las posiciones asignadas a *Food Service* para almacenamiento de productos en tres bodegas del centro de distribución que van desde 12 % al 30 % del total de espacios de almacenaje según tipo de bodega y únicamente para los productos que Suministros y Alimentos comercializa. En dicho centro de

distribución se analizarán los procedimientos actuales y se presentará una propuesta para mejorar la eficiencia en la cadena de suministros y garantizar un nivel óptimo en la rotación de inventarios.

2.1.2. Equipos y maquinaria

En la operación diaria se utilizan varios equipos y maquinarias en el centro de distribución entre estos tenemos palés y montacargas eléctricos que evitan el consumo de hidrocarburos que podrían llegar a contaminar los alimentos. A continuación, se presenta una breve descripción técnica de los distintos tipos de palés y montacargas que se utilizan algunos adecuados para trabajo en bodega seca y otros especiales para trabajo en bodegas refrigerada y congelada:

- Palé eléctrica operador a pie: el palé de operador a pie de la serie WP puede elevar y transportar cargas de hasta 2 020 kg en cualquier tipo de bodega, desde pequeñas empresas hasta centros de distribución a gran escala (ver figura 2). Sus características son las siguientes:
 - Capacidad de carga: 2 020 kg
 - Altura máx. de levante: 235 mm
 - Alimentación (eléctrica): 24 voltios
 - Ancho total: 712 mm
 - Largo total frontal: 590 mm
 - Largo nominal de las horquillas: 855 – 1 210 mm

Figura 2. **Palé eléctrica operador a pie**



Fuente: Crown Equipment Corporation. <http://www.crown.com/en-us/forklifts/wp-pallet-truck.html>. Consulta: 15 de febrero de 2018.

- Palé eléctrica operador a bordo: la palés con control al final del equipo serie PE es un montacargas eléctrico y potente con operador a pie o a bordo que sirve para levantar, cargar, descargar y transportar artículos a bajo nivel (ver figura 3). Cuenta con las siguientes características:
 - Capacidad de carga: 2 700 – 3 600 kg
 - Altura máx. de elevación: 234 mm
 - Alimentación (eléctrica): 24 V / 330 - 930 Ah
 - Longitud de la cabeza: 932 – 1 097 mm
 - Ancho total: 914 mm
 - Largo nominal de las horquillas: 914 – 3 657 mm

Figura 3. **Palé eléctrica operador a bordo**



Fuente: Crown Equipment Corporation. <http://www.crown.com/en-us/pre-owned-forklifts/used-forklift-inventory.html>. Consulta: 15 de febrero de 2018.

- Palé manual eléctrica: está diseñada específicamente con una manija de control de horquilla cónica de montaje inferior, la serie de montacargas manuales motorizados permite una entrada y salida de tarimas líder en la industria que incrementa la productividad (ver figura 4). Sus características son:
 - Capacidad de carga: 1 814 kg.
 - Capacidad de batería: 24 V / Ah
 - Máxima velocidad de recorrido: 6,1 km/h
 - Máxima velocidad de levante: 0,91 m/s
 - Menor velocidad de levante: 0,61 m/s.
 - Largo nominal de las horquillas: 36, 42, 48 mm

Figura 4. **Palé manual eléctrica**



Fuente: Yale Industrial Trucks inc.

<https://yaleforklifts.com/showrooms/Yale/Forklifts+and+Lift+Trucks/Pallet+Trucks/MPB040-E/57ef92e885398f8a178b4567/>. Consulta: 15 de febrero de 2018.

- Montacargas: es del operador por sus características de comodidad que permiten una mejora en la productividad y reducen la fatiga entre los trabajadores. Está diseñado con un sistema eléctrico de 80 voltios, la tracción de corriente alterna eficiente y de bajo mantenimiento y el motor hidráulico reducen los costos de operación y mejoran el tiempo de actividad (ver figura 5). Las características de éste montacargas son:
 - Capacidad de carga: 2 041 kg.
 - Máxima velocidad de recorrido: 20,9 km/h
 - Máxima velocidad de levante: 0,72 m/s

Figura 5. **Montacargas**



Fuente: Yale Industrial Trucks inc. <http://www.yale.com/latin-america/es-mx/rango-de-productos/montacargas-electricos-de-4-ruedas/erp045-070v/>. Consulta: 15 de febrero de 2018.

- Extensión doble (RD): el equipo retráctil de operador a bordo para pasillos angostos tiene unas horquillas de alcance profundo que permiten colocar y retirar las palés que se encuentran en el fondo de la estantería (ver figura 6). Cuenta con las siguientes características:
 - Capacidad de carga: 1 450 kg
 - Alimentación (eléctrica): 36 V
 - Largo total frontal: 1435 – 1 595 mm
 - Altura máx. de levante: 10 160 mm

Figura 6. **Extensión doble (RD)**

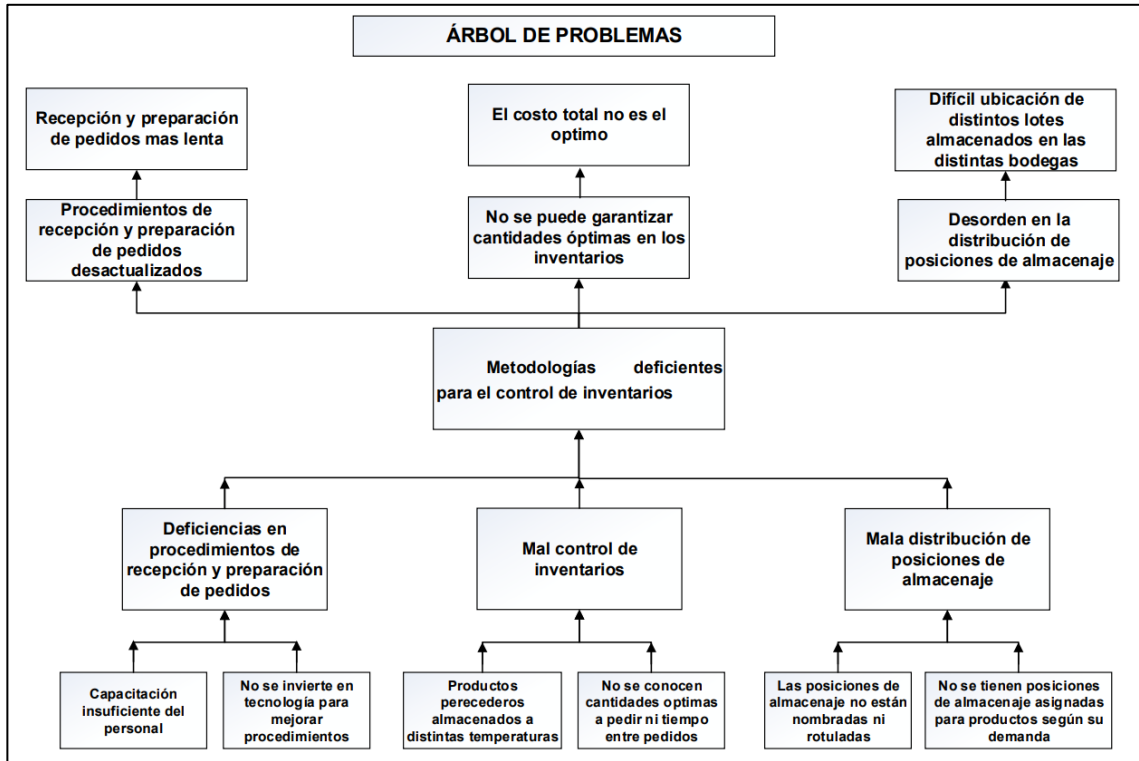


Fuente: Crown Equipment Corporation. <http://www.crown.com/es-la/forklifts/rr-rd-rider-deep-reach-truck.html>. Consulta: 15 de febrero de 2018.

2.1.2.1. Árbol de problemas

El árbol de problemas de la empresa se presenta en la figura 7.

Figura 7. **Árbol de problemas**

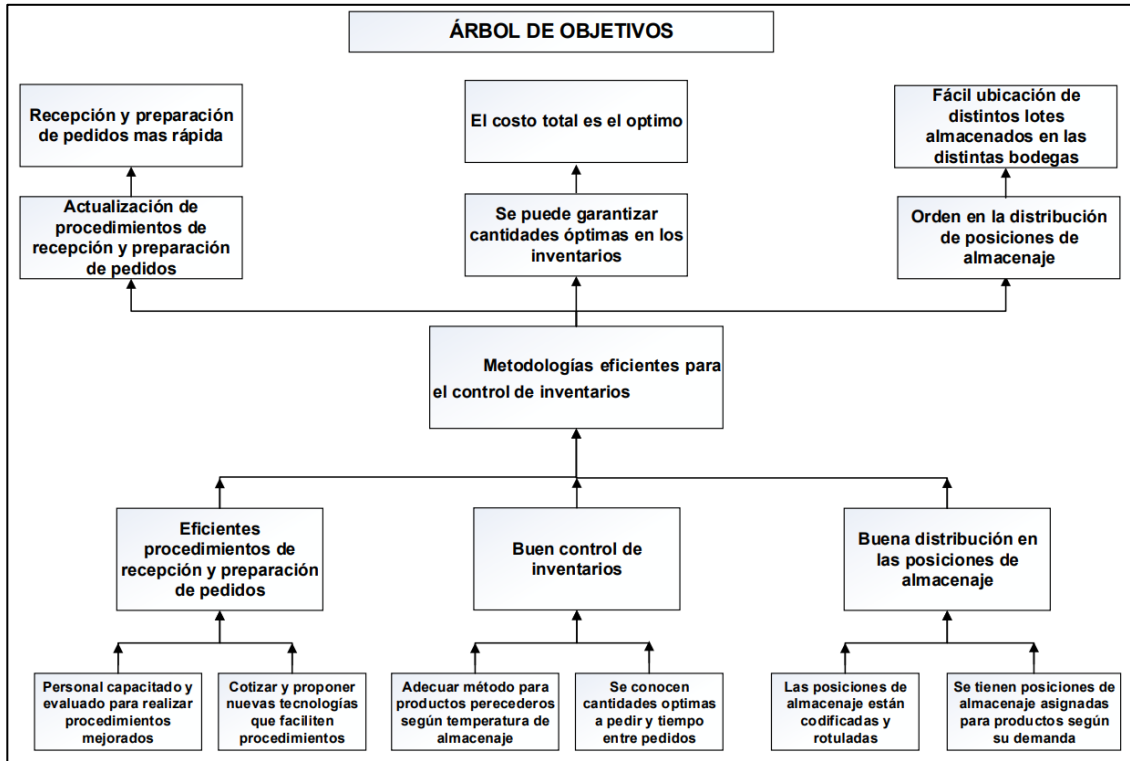


Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. **Árbol de objetivos**

El árbol de objetivos de la empresa se presenta en la figura 8.

Figura 8. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

2.1.3. **Inventario y tipos de productos**

Para el reconocimiento de productos se analizaron físicamente los productos y la información disponible en el inventario de cada bodega apoyados en el gestor de inventarios SAP que actualmente se utilizan en el centro de distribución.

En la bodega seca se almacenan varios productos entre los que se puede mencionar: Materiales de empaque, aceites, pastas, granos, harinas, condimentos, salsas, aderezos, *toppings*, bebidas, productos para limpieza, comida enlatada entre otros. En la bodega refrigerada se almacenan productos

como carne, pollo, lácteos, salsas, aderezos, frutas, vegetales, bases para *smoothies*, bebidas. Y en la bodega congelada: carnes, mariscos, papas, repostería y panadería, sopas, helados. La lista completa se puede consultar en los apéndices 1, 2 y 3 según el tipo de bodega, respectivamente. A continuación, en la tabla I se presenta un breve resumen de cada bodega y sus principales características, así como también la cantidad y tipos de artículos sobre los que se realizara este proyecto, en los apéndices del 1 al 3 se pueden observar todos los productos de cada bodega.

Tabla I. **Bodegas y sus características**

| Bodega | Tamaño en m ² | Capacidad de almacenaje en cantidad de cajas | Total de posiciones para almacenaje | Tipos de productos | Temperatura °F |
|-------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--|----------------|
| Seca | 2,407 | 150,000 | 870 | Materiales de empaque, aceites, pastas y granos, harinas, condimentos, salsas y aderezos, toppings, bebidas, productos para la limpieza. | Ámbito |
| Refrigerada | 167 | 12,000 | 294 | Carne y pollo, lácteos, salsas y aderezos, frutas, vegetales, toppings, bebidas. | 34° a 40° F |
| Congelada | 1,522 | 97,000 | 1,607 | Carnes, mariscos, papas, repostería y panadería, sopas, helados. | -10°F a 0°F |

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Ventas

Suministros y Alimentos, posee la fuerza de ventas del departamento de mercadeo, conformado por personal altamente capacitado y enfocado en la mejora continua.

En el desarrollo del trabajo de investigación se logró diferenciar que utilizan pronósticos históricos de 3 años anteriores al año vigente, también se

programan las requisiciones futuras según la demanda de temporada y con un factor de crecimiento del 3 % al 5 %.

Se estableció que los procedimientos actuales no presentan un orden ideal y eficaz para lograr realizar la programación adecuada al próximo ciclo de ventas, ya que no se están tomando en consideración las distribuciones ideales y efectivas en las diferentes bodegas de almacenamiento con que cuentan para la rotación de inventarios de los diferentes productos.

Se muestra la tabla II que incluye el resumen proporcionado por Suministros & Alimentos, conformada por los siguientes ítems: producto, unidad medida base, meses clasificados de enero 2018 a diciembre 2018, total o demanda anual (sumatoria algebraica de la cantidad de productos en el período ya mencionado), la tabla proporciona la información detallada de la programación para el año 2018, con base en ese pronóstico de ventas se realizara el presente proyecto.

En los apéndices 4 y 5, se pueden visualizar los pronósticos de ventas de los productos seco y productos congelado, del período de enero a diciembre 2018, los pronósticos que se presentarán de la forma ya indicada, también serán utilizados para realizar el presente proyecto.

Tabla II. Pronósticos de venta para el 2018, productos refrigerados

| Producto | Unidad medida base | Ene-18 | Feb-18 | Mar-18 | Abr-18 | May-18 | Jun-18 | Jul-18 | Ago-18 | Sep-18 | Oct-18 | Nov-18 | Dic-18 | Total |
|-----------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Crema | Ca | 37 | 62 | 109 | 98 | 87 | 144 | 90 | 89 | 60 | 107 | 251 | 182 | 1,316 |
| Huevos | Ca | 126 | 125 | 147 | 133 | 167 | 143 | 146 | 182 | 142 | 143 | 221 | 275 | 1,950 |
| Crema litro | Ca | 82 | 70 | 104 | 66 | 65 | 88 | 88 | 85 | 76 | 56 | 59 | 48 | 887 |
| Jamon ahumado | Lb | 252 | 249 | 294 | 124 | 186 | 167 | 228 | 254 | 232 | 180 | 196 | 203 | 2,565 |
| Huevo liquido | Gln | 189 | 147 | 177 | 175 | 195 | 250 | 292 | 250 | 433 | 481 | 515 | 692 | 3,796 |
| Queso amarillo a | Ca | 21 | 32 | 50 | 42 | 33 | 27 | 25 | 30 | 20 | 42 | 31 | 30 | 383 |
| Tocino en trocitos | Ban | 489 | 443 | 506 | 405 | 802 | 712 | 488 | 871 | 520 | 512 | 572 | 904 | 7,224 |
| Queso blanco | Paq | 13 | 18 | 19 | 19 | 17 | 19 | 15 | 22 | 18 | 32 | 26 | 21 | 239 |
| Jamon cerdo | Ca | 627 | 762 | 823 | 779 | 918 | 789 | 816 | 1,054 | 811 | 829 | 932 | 1,038 | 10,178 |
| Champiñones enteros | Ca | 197 | 216 | 249 | 254 | 290 | 355 | 302 | 397 | 276 | 336 | 297 | 336 | 3,505 |
| Queso amarillo b | Ca | 46 | 43 | 62 | 71 | 92 | 88 | 80 | 118 | 69 | 85 | 66 | 84 | 904 |
| Queso de capas | Ca | 194 | 215 | 267 | 264 | 318 | 225 | 311 | 391 | 234 | 329 | 308 | 297 | 3,353 |
| Aderezo ranch | Gln | 15 | 14 | 14 | 15 | 19 | 19 | 17 | 23 | 16 | 20 | 21 | 32 | 225 |
| Base p/smothies nar | L | 9 | 11 | 16 | 22 | 14 | 18 | 10 | 12 | 11 | 9 | 9 | 25 | 166 |
| Base p/smothies trop | L | 9 | 11 | 11 | 17 | 12 | 17 | 7 | 7 | 13 | 5 | 10 | 23 | 142 |
| Sirope de café | Gln | 11 | 7 | 11 | 9 | 9 | 11 | 14 | 17 | 14 | 10 | 12 | 17 | 142 |
| Concentrado horchata | Gln | 7 | 10 | 10 | 8 | 9 | 9 | 8 | 12 | 8 | 9 | 10 | 10 | 110 |
| Concentrado tamarindo | Gln | 9 | 6 | 10 | 10 | 8 | 9 | 8 | 10 | 7 | 7 | 11 | 7 | 102 |
| Jamon pavo | Paq | 55 | 47 | 88 | 83 | 93 | 123 | 92 | 149 | 88 | 104 | 46 | 43 | 1,011 |
| Base p/smothies fre | Gln | 23 | 23 | 22 | 19 | 14 | 36 | 43 | 57 | 49 | 54 | 54 | 54 | 448 |
| Base p/smothies man | Gln | 21 | 16 | 22 | 14 | 17 | 31 | 32 | 51 | 42 | 56 | 36 | 39 | 377 |
| Chorizo | Paq | 49 | 21 | 51 | 47 | 43 | 36 | 37 | 62 | 54 | 71 | 52 | 58 | 581 |
| Base p/smothies coc | Gln | 8 | 11 | 14 | 11 | 10 | 29 | 28 | 48 | 17 | 42 | 20 | 26 | 264 |
| Yogurt fresa | L | 32 | 29 | 50 | 36 | 45 | 43 | 31 | 52 | 34 | 43 | 42 | 47 | 484 |
| Yogurt natural | L | 28 | 32 | 39 | 39 | 45 | 40 | 39 | 46 | 32 | 41 | 36 | 45 | 462 |

Fuente: Gerencia de Mercadeo.

2.1.5. Abastecimiento y proveeduría

Los productos que actualmente Suministros y Alimentos almacena y distribuye provienen de distintos proveedores internos, locales e internacionales. Para fines de este proyecto únicamente se tomaron en cuenta

productos importados con tiempos de vida mayores a 6 meses en las bodegas seca y congelada, para el caso particular de la bodega refrigerada se consideraron productos abastecidos localmente con al menos 7 días de tiempo de vida. Los productos de la bodega seca y congelada generalmente demoran entre 15 a 30 días en llegar, dependiendo de distintos trámites y eventualidades que se puedan dar. Para hacer los pedidos el departamento de mercado debe realizar una orden de compra para cada pedido, por lo general, con 30 días de anticipación. Los pedidos se realizan mensualmente, es decir, el pedido para abastecerse de productos se realiza cada mes solicitando o pidiendo la cantidad de cajas que el pronóstico de ventas estima se venderá durante el siguiente mes. Mientras que en la bodega refrigerada los productos se abastecen de una a tres veces por semana.

Cada vez que se realiza una orden de compra o un pedido se incurre en varios gastos variables según el tipo de producto, temperatura de almacenaje y transporte, país de procedencia, aranceles, flete, gastos aduanales, pagos de pólizas entre otros. Debido a que este costo es muy variable ya que depende de muchos factores se determinó un promedio según datos históricos y proporcionados por el departamento de Mercadeo, que cada vez que se realiza un pedido de cada producto se incurre en un costo de ordenar de \$ 500 aproximadamente Q 3 750,00 (En esta conversión monetaria y todas los demás se toma un factor de conversión de \$ 1,00 = Q 7,50)

2.1.6. Estudio de problemas en el método actual de inventarios

A continuación, se presenta el estudio realizado en el método actual para el control de inventarios utilizado en la empresa Suministros & Alimentos S.A.

2.1.6.1. Método actual de control de inventarios

El método utilizado actualmente en la empresa Suministros & Alimentos S.A. es el PEPS. El método PEPS (Primero en entrar, primero en salir) o FIFO (*first input, first output*) permite realizar una valuación del inventario, teniendo en cuenta que los primeros artículos que ingresan al *stock* son los primeros que salen, es decir, cuando se realiza una venta, se entregan los artículos que están hace más tiempo en el depósito.

El método PEPS es un método utilizado en el sistema de inventario permanente y, al igual que ocurre con los otros métodos utilizados en este sistema, se utiliza una planilla auxiliar denominada kárdex para cada uno de los artículos.

2.1.6.2. Cantidades de productos por pedir

Para abastecer la demanda mensual de productos el departamento de mercadeo toma en cuenta el *stock* actual y el pronóstico del siguiente mes para solicitar una cantidad de productos que satisfaga la demanda del siguiente mes y que garantice un *stock* de seguridad por lo general de 15 días piso de inventario. Este método generalmente ha resultado para la mayoría de productos, sin embargo, en algunos productos existen quiebres de inventario por desabastecimiento o problemas con lotes por caducidad y costos de almacenaje innecesarios debido a *sobrestock* de productos.

A continuación, se detallan estos costos según la bodega de almacenaje, los cuales fueron proporcionados por el departamento de Operaciones de Suministros & Alimentos.

2.1.6.3. Costos de mantenimiento de inventarios

Para estimar los costos de inventario de cada producto, es necesario clasificarlo según el tipo de bodega donde se encuentre almacenado, como se describe en la tabla III.

Tabla III. Costos de almacenaje de productos por bodega

| Tipo de bodega | Costo de almacenaje diario por cada tarima (posición) [en US\$] |
|--------------------|---|
| Bodega seca | \$1,13 |
| Bodega refrigerada | \$1,85 |
| Bodega congelada | \$2,03 |

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.4. Órdenes de compra de productos

Como se mencionó anteriormente los productos refrigerados se reabastece por lo general cada semana y para productos secos y congelados cada pedido se realiza de forma mensual exceptuando momentos en los que exista un quiebre de inventario o *sobrestock* del mismo, este problema se genera ya que no se realiza un buen pronóstico de la demanda o por alguna otra situación atípica como modas, productos de temporada, eventos masivos.

Si llegase a existir un quiebre de inventario en algún producto se considera la demanda que no se cubrirá hasta que llegue el siguiente embarque o bien si es de mucha importancia contar con *stock* de X producto, se analiza la posibilidad de realizar un pedido urgente adelantando el ultimo pedido programado o bien solicitando al proveedor algún envío inmediato aéreo, pero de hacer esto se incurre en altos costos de envío. Por el contrario, si se tiene un *sobrestock* de productos se busca eliminar o retrasar el siguiente pedido

programado con el proveedor, lo cual también afecta directamente en los costos de almacenaje.

Ya sea por desabastecimiento donde se pierden ventas e incumple a los clientes o por *sobrestock* donde se arriesga o pierden productos perecederos, se incurre en gastos que generan pérdidas para la empresa, estos costos son muy complejos de calcular o predecir, para evitar este tipo de pérdidas se debe seleccionar un modelo óptimo para el control de inventarios que permita eliminar estos costos y que reduzca y optimice los costos de almacenaje y de pedir considerando por así decirlo una demanda real.

2.1.7. Distribución de espacio de almacenaje actual

En el diseño actual de la distribución de espacios de almacenaje se consideró colocar los productos por su tipo y peso, es decir la distribución actual considera separa los tipos de productos manteniendo aparte productos químicos de limpieza de los productos de consumo y empaques. Los productos más pesados generalmente son colocados en los niveles inferiores de los racks mientras que los más livianos son almacenados en los niveles superiores. Debido a que no se tienen espacios asignados correctamente para cada producto en las posiciones de almacenaje de la bodega cada vez que ingresa un pedido nuevo este es almacenado en los lugares que estén disponibles en dicho momento.

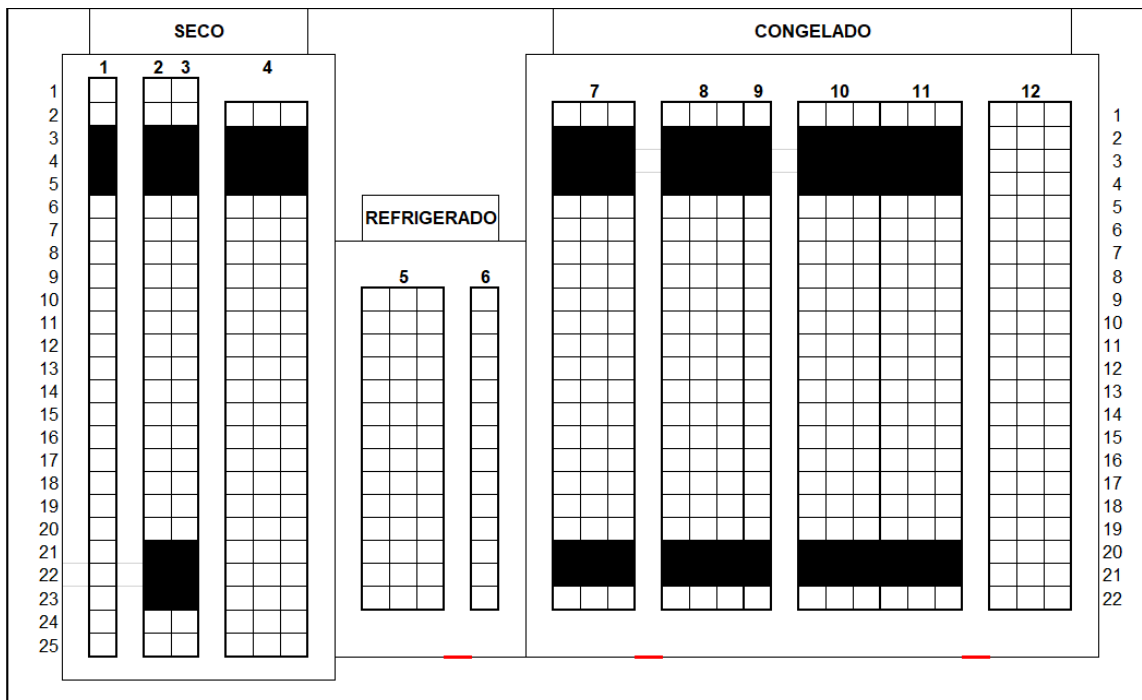
2.1.7.1. Posiciones de almacenaje actuales

Las posiciones de almacenaje que se utilizan actualmente pueden demostrar al momento de la presente investigación y en su desarrollo, que de manera conforme ingresan los productos a recepción, el personal encargado en

su distribución y colocación en los *racks* utilizan los espacios inmediatos disponibles, sin hacer uso de una distribución y colocación sistematizada.

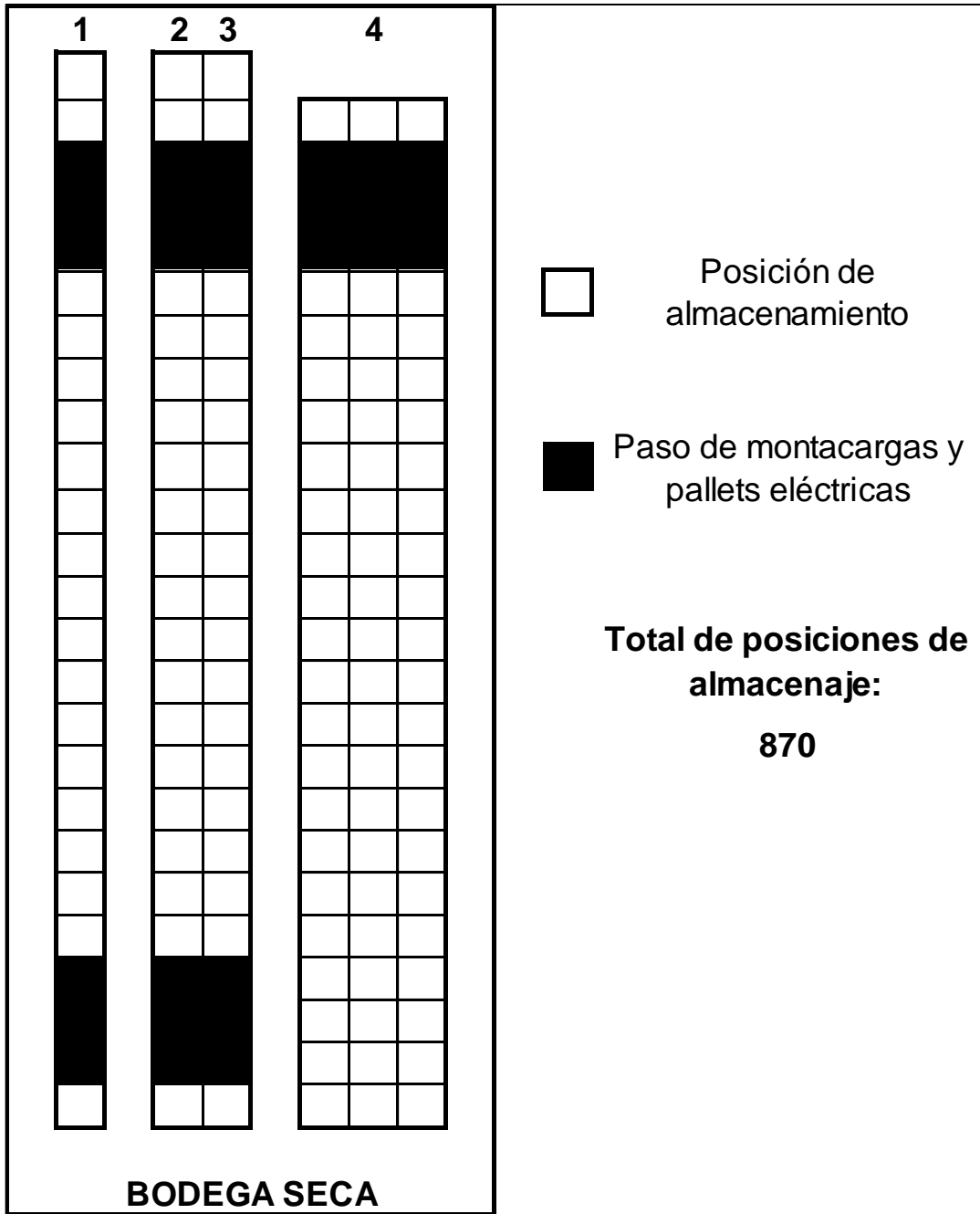
Ver la distribución de las bodegas completa vista superior (figura 9) y luego las posiciones en almacenamiento en *racks* de cada bodega vista superior (figuras 10, 12 y 14) y el mapa de posiciones de almacenamiento de cada bodega vista de frente (figura 11, 13 y 15).

Figura 9. **Mapa bodega completa vista superior**



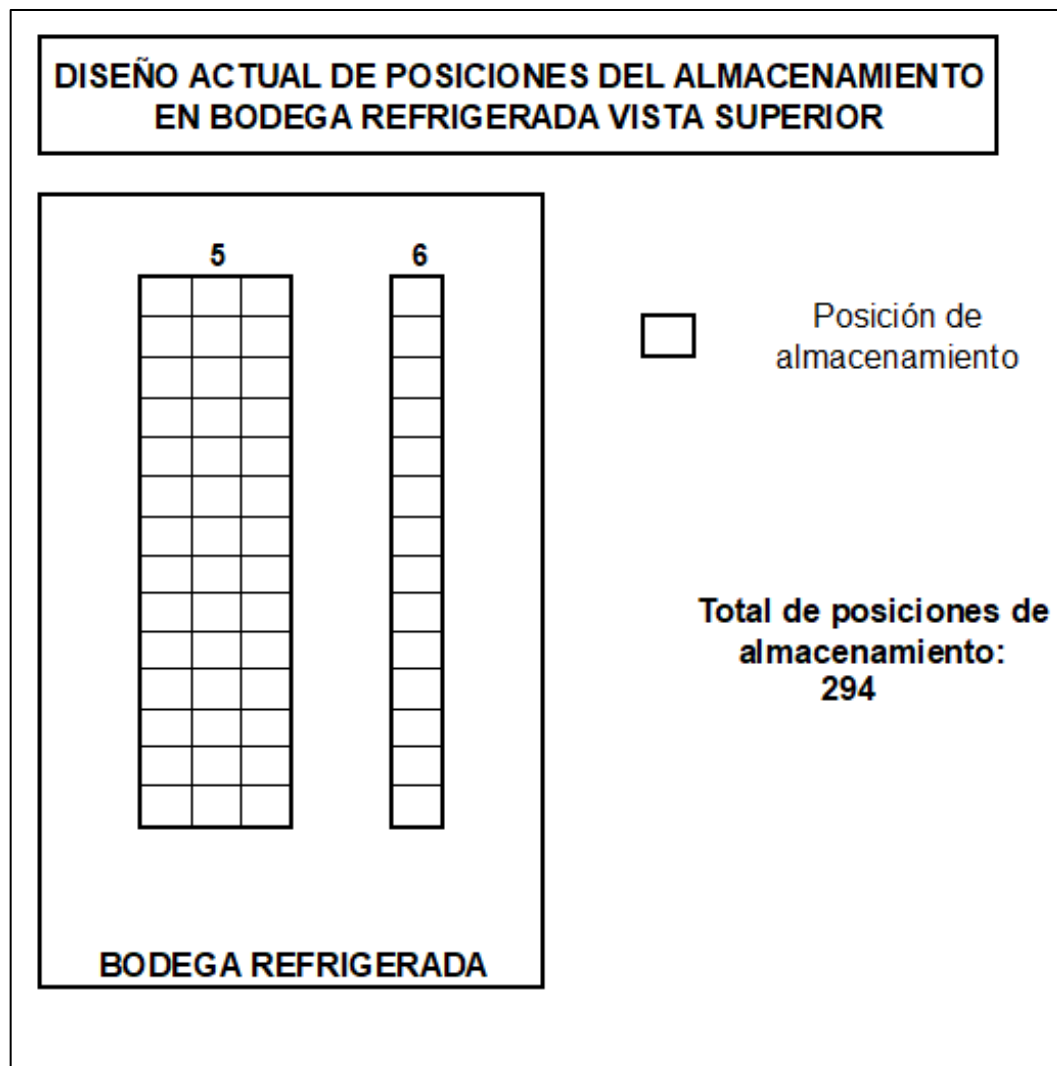
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega seca vista superior**



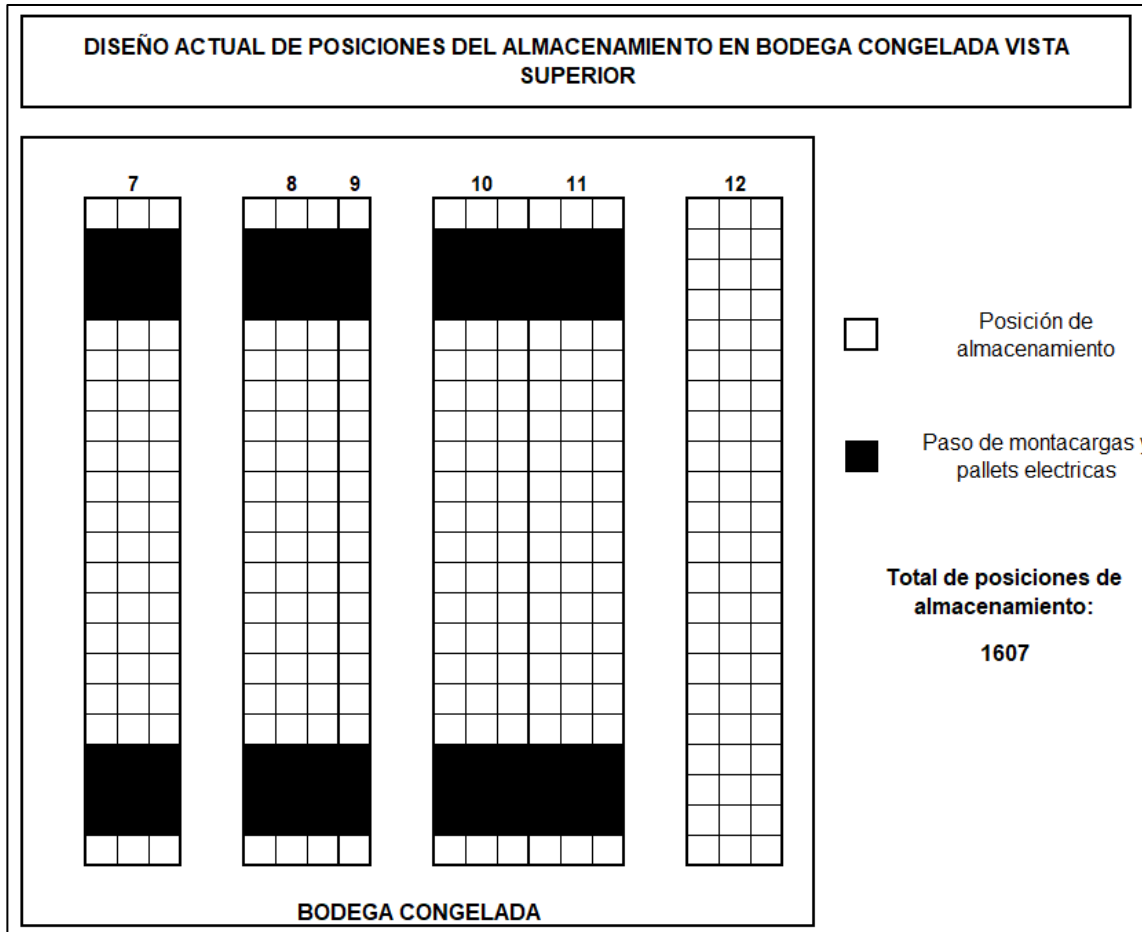
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega refrigerada vista superior**



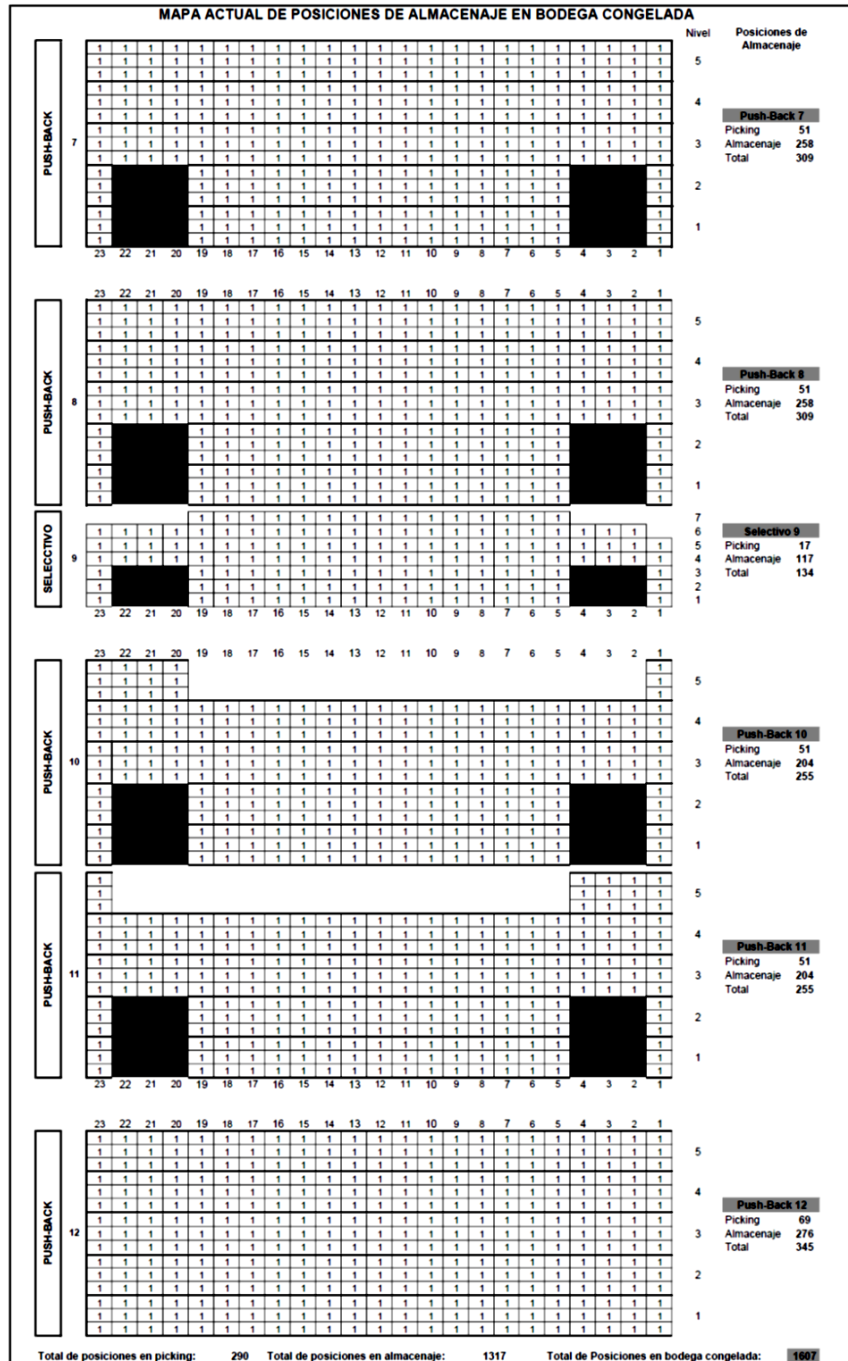
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega congelada vista superior**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Mapa de posiciones de almacenamiento en bodega congelada vista de frente



Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Procedimiento de recepción y almacenaje actual

Para iniciar el procedimiento de recepción de productos se consideran los siguientes aspectos:


- Producto seco.
- Producto congelado / refrigerado.
- Producto importado / local.
- Calibración de termómetros.
- Asignación de rampa seca o refrigerada.
- Inspección exterior del camión / contenedor y temperatura en *thermoking* (Solo para productos refrigerados o congelados).

Los requisitos mínimos para la entrega de productos en el centro de distribución según su manual de operaciones de la empresa son los siguientes:

- Producto en tarima y *stretch film*
- Vehículo cerrado
 - Limpieza interna
 - Limpieza externa - riesgo de contaminación de instalaciones
- Producto
 - Debidamente identificado, es decir que cada producto con su etiqueta.
 - Unidad de medida y ficha técnica.
 - Rotación de producto, lotes y fechas de vencimiento iguales o posteriores en inventario.

- Personal externo
 - Equipo de protección personal
 - Buenas prácticas de higiene

Figura 16. **Procedimiento actual para la recepción de productos a temperatura ambiente**

| | | | |
|---|--|-----------|------------|
|  | MANUAL DE OPERACIONES | Código | XX-CD-SE01 |
| | <u>Procedimiento para la Recepción de Productos en bodega seca</u> | Reemplaza | |
| | | Fecha | Marzo 2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

1. OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para las actividades de recepción de los diferentes productos alimenticios y no alimenticios en la bodega seca del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al proceso de recepción de productos alimenticios y no alimenticios que ingresan a la bodega seca del Centro de Distribución.


3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

| Unidad | Responsable | Paso No. | Actividad |
|-----------------------------|--------------------|----------|---|
| Departamento de Operaciones | Auxiliar de bodega | 1 | Inspección visual de camión / contenedor y productos |
| | | 2 | Descarga de productos |
| | | 3 | Verificar cantidades, lotes y fechas de vencimiento |
| | | 4 | Rotular cada tarima de productos con fecha de ingreso y fechas de vencimiento |
| | | 5 | Llenar la ficha de inspección de calidad |
| | | 6 | Coloca las tarimas con productos en área seca a la espera de su almacenaje |

| | |
|---|--|
| Redactado por: Juan Carlos Sosa | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|--|

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Procedimiento actual de la recepción de productos refrigerados o congelados**

| | | | |
|---|---|----------|------------|
|  | MANUAL DE OPERACIONES | Código | XX-CD-RC01 |
| | | Remplaza | |
| | <u>Procedimiento para la Recepción de Productos en bodega refrigerada o congelada</u> | Fecha | Marzo 2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

1. OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para las actividades de recepción de los diferentes productos alimenticios y no alimenticios en la bodega seca del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al proceso de recepción de productos alimenticios y no alimenticios que ingresan a la bodega seca del Centro de Distribución.

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

| Unidad | Responsable | Paso No. | Actividad |
|-----------------------------|--------------------|----------|---|
| Departamento de Operaciones | Auxiliar de bodega | 1 | Inspección visual de camión / contenedor y productos |
| | | 2 | Toma de temperaturas al producto |
| | | 3 | Descarga de productos |
| | | 4 | Verificar cantidades, lotes y fechas de vencimiento |
| | | 5 | Rotular cada tarima de productos con fecha de ingreso y fechas de vencimiento |
| | | 6 | Llenar la ficha de inspección de calidad |
| | | 7 | Coloca las tarimas con productos en pre-cámara refrigerada a la espera de su almacenaje |


| | |
|---|--|
| Redactado por: Juan Carlos Sosa | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|--|

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Procedimiento de preparación de pedidos actual

A continuación, se presenta el procedimiento de preparación de pedidos actual.

Figura 18. Procedimiento de preparación de pedidos actual

| | | | |
|---|--|------------|----------|
|  | MANUAL DE OPERACIONES | Código | XX-PR-01 |
| | | Remplaza | |
| | Fecha | Marzo 2018 | |
| | <u>Procedimiento para Preparación de Pedidos</u> | Página | 1 de 1 |

1. OBJETIVO

Establecer procedimientos para la preparación de pedidos en las bodegas del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos, garantizando la rotación del producto y un eficiente control de inventario.

2. ALCANCE

Operaciones de preparación de pedidos de productos en la bodega seca, refrigerada y congelada del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos.

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

| Unidad | Responsable | Paso No. | Actividad |
|-----------------------------|-------------------------------|----------|---|
| Departamento de Operaciones | Asesor de servicio al cliente | 1 | Recibe el pedido y lo ingresa al sistema |
| | Supervisor de bodega | 2 | Asigna a cada auxiliar de bodega de varios pedidos con cantidades equitativas en total de cajas |
| | Auxiliar de bodega | 3 | Preparar los pedidos procurando balancear el peso de los productos en las tarimas colocando productos más pesados abajo y los de menor peso en la parte de arriba |
| | | 4 | Flejar cada tarima de productos con suficiente <i>stretch film</i> para evitar que las cajas con productos se caigan o dañen durante el transporte |
| | | 5 | Rotula cada tarima con indicaciones del destinatario para que estas sean fácilmente identificadas a la hora de ser entregas |
| | | 6 | Transporta las tarimas listas para cargar y las coloca en el área de precarga para posteriormente ser cargadas en los camiones asignados a cada ruta |

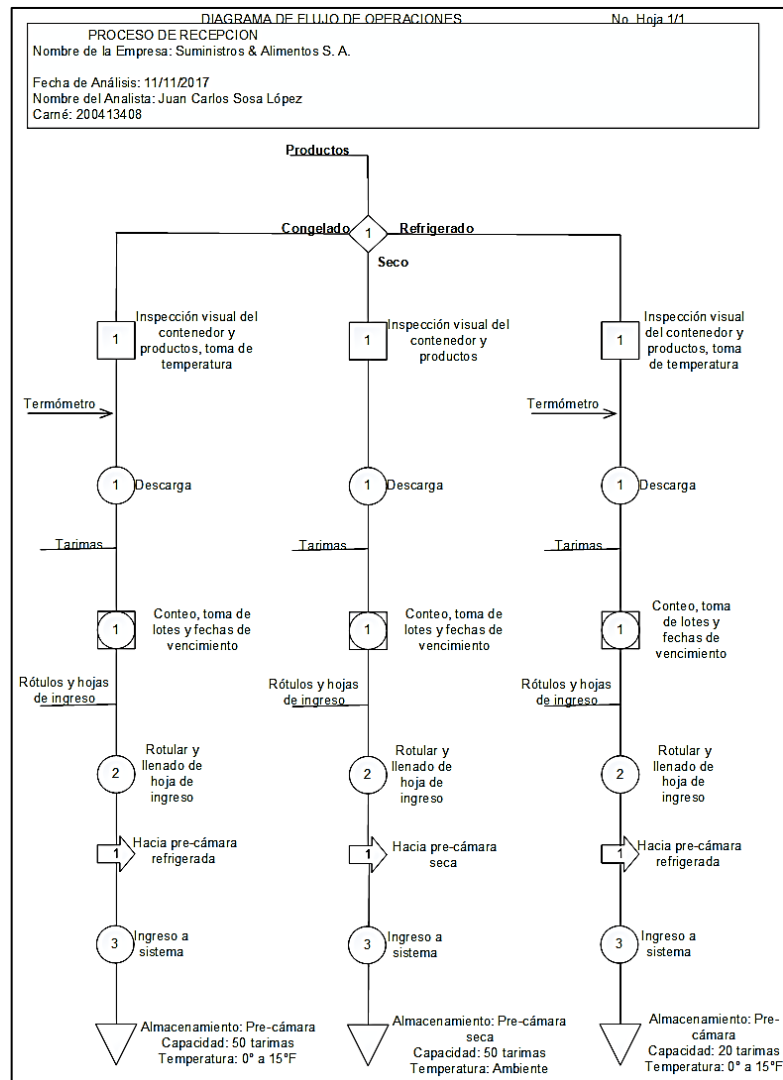
| | |
|-----------------------|------------------------|
| Redactado por: | Aprobado por: |
| Juan Carlos Sosa | Gerente de Operaciones |

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.1. Diagramas de procedimientos actuales

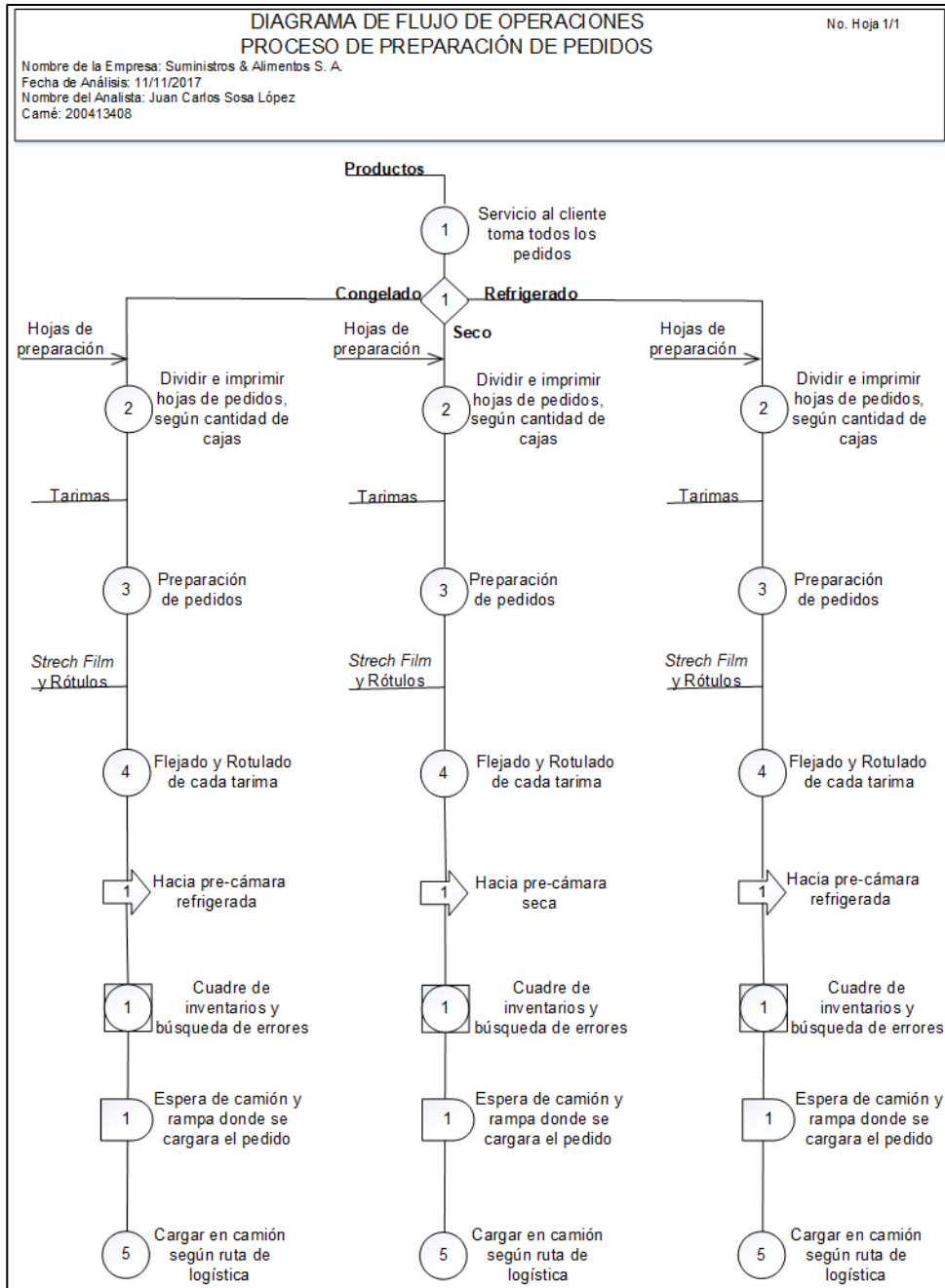
Los flujogramas de operaciones del procedimiento de recepción y del procedimiento de preparación de pedidos se describen en las figuras 16 y 17.

Figura 19. **Flujograma actual de operaciones del procedimiento de recepción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Flujograma de operaciones del procedimiento de preparación de pedidos**



Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Análisis de operaciones

En resumen, mediante el análisis realizado con base en los datos obtenidos de la situación actual en las operaciones dentro de las bodegas de Suministros & Alimentos, se puede indicar lo siguiente:

- Las posiciones de almacenaje no están enumeradas
- No se conocen las cantidades óptimas por pedir
- El tiempo entre pedidos y la cantidad de pedidos al año no es el óptimo
- Se están desaprovechando tecnologías que faciliten procedimientos
- Los productos no se encuentran ordenados según consumo
- El *stock* de seguridad no es el más adecuado

2.2. Propuesta de mejora

Una vez obtenido un panorama de la situación actual de los inventarios dentro de la empresa, se propone una propuesta de mejora que optimice el control de inventarios, procedimientos de recepción y de preparación de pedidos, además de representar un ahorro al minimizar costos.

2.2.1. Presentación de optimización al control de inventarios

Los lineamientos para la optimización al control de inventarios propuestos en este trabajo se detallan a continuación.

2.2.1.1. Causas y efectos identificados

Mediante el análisis realizado se identificaron varias causas y efectos que derivan en la problemática actual del manejo de inventarios como se especifica en la tabla IV.

Tabla IV. **Causas y efectos identificados**

| Causa | Efecto |
|--|--|
| Las posiciones de almacenaje no están enumeradas | Difícil ubicación de cada posición, tampoco se puede dar una buena referencia al dirigirse a alguna o algunas posiciones en específico |
| No se conocen las cantidades óptimas a pedir | Pueden existir gastos innecesarios en la compra de insumos y los gastos propios generados por el almacenamiento en las distintas bodegas, o un desabastecimiento de producto |
| El tiempo entre pedidos y la cantidad de pedidos al año no son los óptimos | Desabastecimiento de productos o quiebres de inventario y sobrestock de productos. |
| Se están desaprovechando tecnologías que faciliten procedimientos | Pérdida de tiempo y recursos para identificación de productos que ingresan a cada bodega, además no se tiene un registro exacto adecuado para una adecuada trazabilidad |
| Los productos no se encuentran ordenados según consumo. | Demoras en el procedimiento de preparación de pedidos, ya que los productos se almacenan según su peso e ingreso y no se toma en cuenta alguna clasificación de inventarios |
| El <i>stock</i> de seguridad no es el más adecuado | Los productos no se almacenan con un adecuado <i>stock</i> de seguridad suelen tener quiebres de inventario o sobrestock de inventario |

Fuente: elaboración propia.

Este proyecto aplica a todos los procedimientos de manipulación de productos alimenticios y no alimenticios, recepción, almacenaje, rotación de inventarios, preparación de pedidos, todas las normas del Sistema de Gestión de Calidad y las que la ley establezca. Con el propósito de brindar una herramienta para la administración actual y futuras con el fin de mejorar la eficiencia de las actividades, servicios, procedimientos y sistemas que aseguren la calidad e inocuidad, en la distribución de los distintos productos que se almacenan en las bodegas del centro de distribución de Suministros y Alimentos.

El proyecto se llevara a cabo en el centro de distribución específicamente en las posiciones asignadas a *Food Service* para almacenamiento de productos en tres bodegas del centro de distribución que van desde 12 % al 30 % del total de espacios de almacenaje según tipo de bodega y únicamente para los productos que Suministros & Alimentos comercializa, en dicho centro de distribución se analizaran los procedimientos actuales y se presentara una propuesta para mejorar la eficiencia en la cadena de suministros y garantizar un nivel óptimo en la rotación de inventarios

2.2.2. Codificación de posiciones

A continuación, se presenta una sencilla y practica codificación para cada posición de almacenaje empezando con la inicial de la bodega, luego la columna, seguido del nivel de altura a la que se encuentra la posición y por último el tipo de *rack* donde se encuentra (figura 18).

Figura 21. Diagrama de codificación de productos

| XX | | XX | X | XX |
|-------------------------|--|---------|-------|------------------|
| Bodega / Rack | | Columna | Nivel | Profundidad |
| ❖ Seca (S1 al 4) | | 1 a 50 | 1-8 | ❖ Push-Back (PB) |
| ❖ Refrigerada (R5 al 6) | | 1 a 28 | 1-6 | ❖ Selectivo (SL) |
| ❖ Congelada (C7 al 12) | | 1 a 44 | 1-5 | |

Fuente: elaboración propia.

Con esta sencilla codificación nos podemos referir a cualquier posición de almacenamiento de cualquier bodega, por ejemplo, para mencionar alguna posición en almacenamiento se escribiría de la siguiente manera:

- Posición de almacenaje: C11 11 1 PB

C11 Bodega: congelada, *rack*: 11

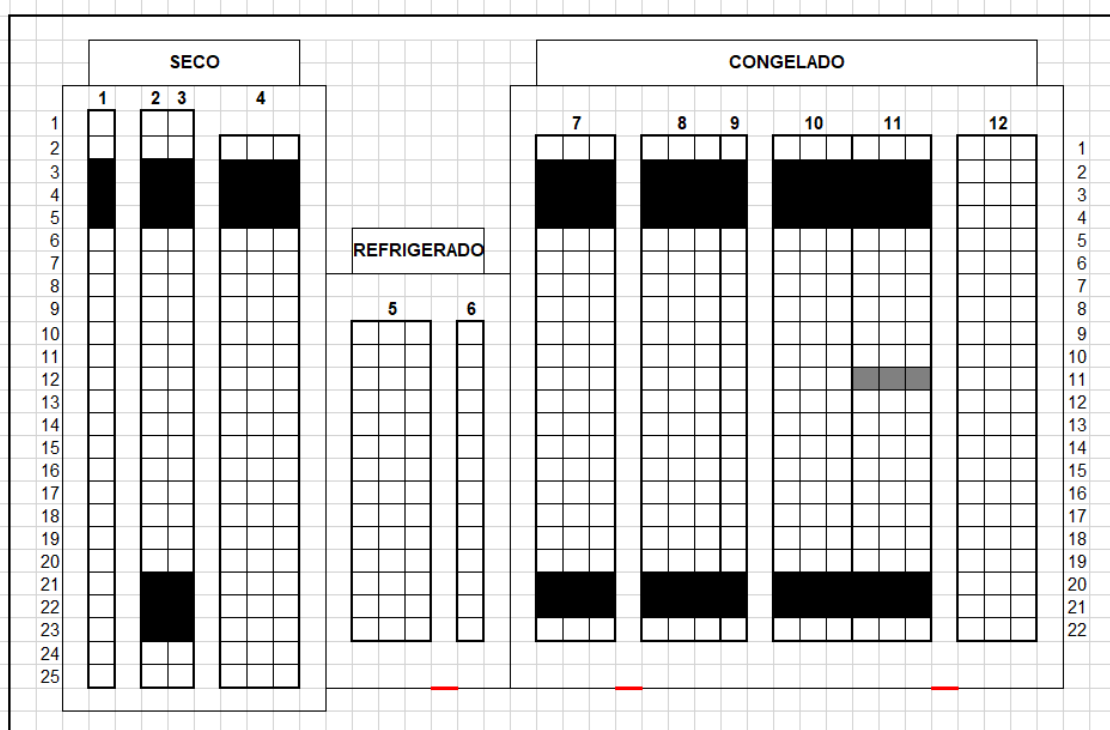
11 Columna: 11

1 Nivel 1

PB Profundidad: *push back*

A continuación, se muestra la vista superior de la posición C11 11 1 PB marcada en color gris.

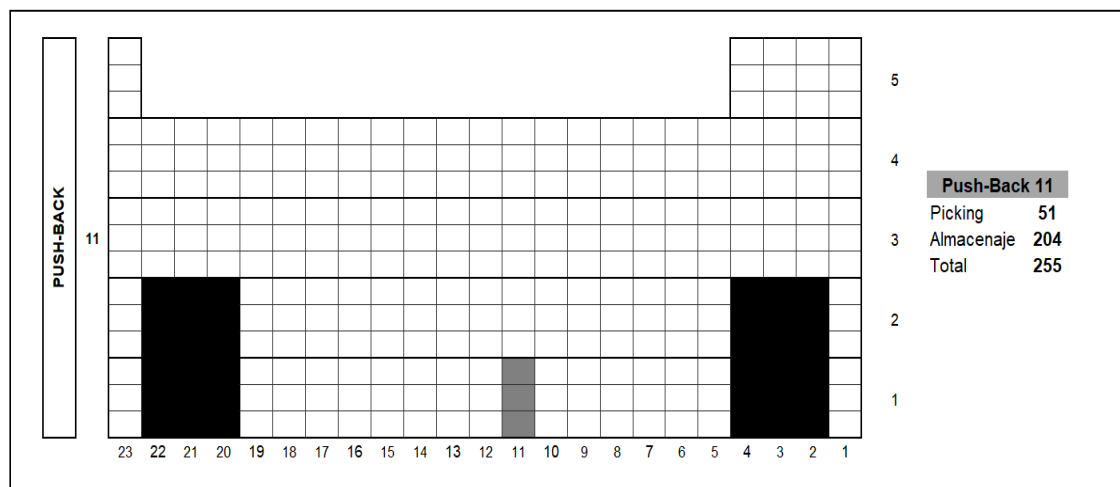
Figura 22. Vista superior posición C11 11 1 PB



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta la vista frontal del rack 11, columna 11 y nivel 1, en la bodega congelada, la posición de almacenaje C11 11 1 PB está marcada en color gris.

Figura 23. Vista de frente posición C11 11 1 PB



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Precisión con la que se conoce la demanda

Con base en los pronósticos de ventas y los registros históricos de ventas de 3 años anteriores, es posible conocer una demanda promedio y si a esta le sumamos un porcentaje de crecimiento del 3 % al 5 % la demanda resultante no será tan precisa como se desearía, ya que algunos productos no siempre tendrán crecimiento en las ventas esperado sino que también podrían llegar a tener una disminución de ventas por distintos factores, por ejemplo precios de la competencia, materias primas o fórmulas mejoradas, publicidad, diseños, ofertas, entre otros. Tomando en cuenta lo anterior la demanda pronosticada por el departamento de mercadeo no es muy precisa.

Se toma un producto al azar el cual nos servirá de ejemplo para realizar todos los cálculos y comparaciones necesarias, el producto seleccionado para los siguientes ejemplos será la papa crispy C de la cual podemos observar el pronóstico de venta en la tabla V. (Para todos los productos congelados ver pronósticos de venta 2018 en el apéndice 5)

Tabla V. **Causas y efectos identificados**

| Mes | Cajas |
|--------------|---------------|
| Enero | 3 864 |
| Febrero | 3 829 |
| Marzo | 3 994 |
| Abril | 4 419 |
| Mayo | 4 613 |
| Junio | 4 566 |
| Julio | 4 110 |
| Agosto | 4 430 |
| Septiembre | 4 575 |
| Octubre | 4 850 |
| Noviembre | 4 946 |
| Diciembre | 5 614 |
| Total | 53 810 |

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Pronósticos de ventas mejorados

Existen varios métodos para obtener pronósticos de ventas más acertados, en este proyecto seleccionamos el método de Alisamiento Exponencial, para predecir lo que llamaremos demanda real ya que con este método se logra suavizar oscilaciones puntuales con la eliminación de valores extremos y con esto se logra un pronóstico adecuado, a continuación se analiza el método de alisamiento exponencial recomendado para las series con tendencia y sin estacionalidad, para predecir la demanda real, posteriormente se procederá con esta demanda real a la obtención de cálculos según método de control de inventarios adecuado.

2.2.5. Cálculo de la demanda real

La cantidad de un artículo que los consumidores desean adquirir varía en función de factores como el precio del artículo, el ingreso económico del consumidor, los precios de los demás artículos y la preferencia, que es de carácter subjetivo. Para lograr brindar un mejor pronóstico y excluir los picos o extremos de tendencia en la gráfica de la demanda se presenta a continuación el método de alisamiento exponencial.

2.2.5.1. Suavizamiento exponencial simple

El método de suavizamiento exponencial simple (conocido también como alisamiento exponencial o suavización exponencial simple) corresponde a una de las metodologías más populares para realizar pronósticos de demanda al disponer de una serie de tiempo. en este contexto en el artículo pronóstico de demanda con alisamiento exponencial para distintos valores de alfa se detalla la aplicación de este método simulando su comportamiento y ajuste a los datos de la demanda real para distintos valores del parámetro de suavización alfa (α). A continuación, presentamos un ejercicio resuelto de suavizamiento exponencial simple con los datos del pronóstico de ventas de 2018 de papa crispy C y un resumen de los principales conceptos tras este método.

Nuevo pronóstico = pronóstico del período anterior + α (demanda real del mes anterior – pronóstico del período anterior). Según se muestra en la fórmula a continuación:

$$F_t = \underbrace{F_{t-1}}_{\text{Pronóstico del período anterior}} + \alpha \underbrace{(A_{t-1} - F_{t-1})}_{\text{Error del pronóstico del período anterior}}$$

Donde:

F_t = Nuevo pronóstico

F_{t-1} = Pronóstico del período anterior

α = Constante de suavizamiento (ponderación) ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = Demanda real del período anterior

Ejemplo:

Con los datos del pronóstico de ventas de la papa crispy C, para un período de un año. A continuación, se presentan 3 pronósticos para valores de alfa de $\alpha=0,2$, $\alpha=0,5$ y $\alpha=0,8$. Los resultados se han aproximado (arbitrariamente y por comodidad) al entero más cercano. Notar que en cada caso el primer pronóstico es de 3,864 cajas (igual a la demanda real de enero). Esta selección es usual dado que para la aplicación del método se necesita un primer pronóstico (o punto de partida) y frecuentemente se selecciona el dato real del período anterior:

Tabla VI. **Pronósticos con suavizamiento exponencial papa crispy C para valores de alfa de $\alpha=0,2$ $\alpha=0,5$ y $\alpha=0,8$**

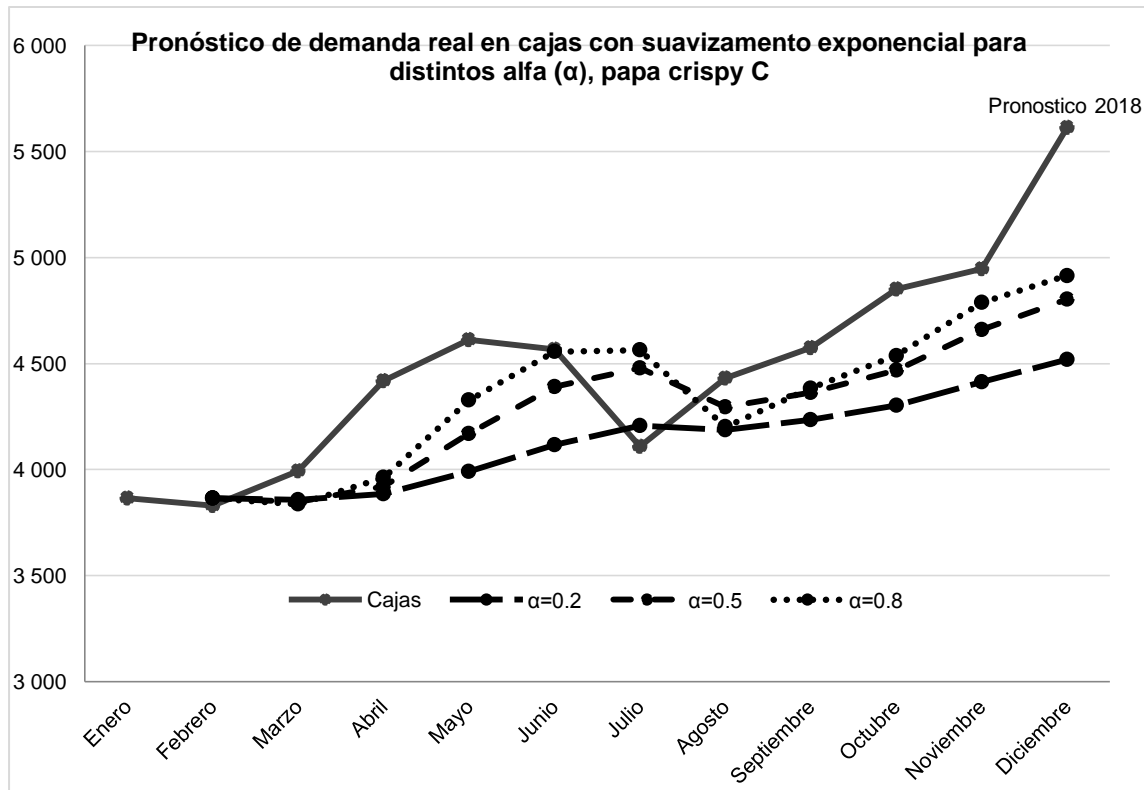
| Pronóstico 2018 | | ALFA | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Mes | Cajas | $\alpha=0,2$ | $\alpha=0,5$ | $\alpha=0,8$ |
| Enero | 3 864 | | | |
| Febrero | 3 829 | 3 864 | 3 864 | 3 864 |
| Marzo | 3 994 | 3 857 | 3 847 | 3 836 |
| Abril | 4 419 | 3 884 | 3 920 | 3 962 |
| Mayo | 4 613 | 3 991 | 4 170 | 4 328 |
| Junio | 4 566 | 4 116 | 4 391 | 4 556 |
| Julio | 4 110 | 4 206 | 4 479 | 4 564 |
| Agosto | 4 430 | 4 187 | 4 294 | 4 201 |
| Septiembre | 4 575 | 4 235 | 4 362 | 4 384 |
| Octubre | 4 850 | 4 303 | 4 469 | 4 537 |
| Noviembre | 4 946 | 4 413 | 4 659 | 4 787 |
| Diciembre | 5 614 | 4 519 | 4 803 | 4 914 |
| Enero 2019 | | 4 738 | 5 208 | 5 474 |
| Demanda real anual | 53 810 | 50 313 | 52 466 | 53 407 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se puede apreciar que el pronóstico para el mes de marzo utilizando $\alpha=0,2$ es de 3 857. Esto se obtiene como $F(\text{marzo}) = 3\ 864 + 0,2(3\ 829 - 3\ 864) = 3\ 857$ cajas. Siguiendo un procedimiento similar se puede calcular el resto de los pronósticos.

A modo de tener una mejor visualización de la distribución de cada gráfica de cada constante de suavizamiento α , se presenta la gráfica mostrada en la figura 24.

Figura 24. Suavizamiento exponencial papa crispy C para valores de alfa de $\alpha=0,2$ $\alpha=0,5$ y $\alpha=0,8$



Fuente: elaboración propia.

Recordar que el suavizado exponencial simple requiere de un primer pronóstico para su aplicación. En este caso se decide generar un pronóstico a contar del segundo período (mes de febrero) y asumir que dicho valor corresponde a la demanda real del mes anterior (mes de enero o período 1). Este criterio por cierto es arbitrario y se podría seleccionar otro punto de partida, por ejemplo, un promedio para la demanda real de los 12 meses.

¿Cómo decidir que constante de suavizamiento alfa resultó mejor? Para responder esto se realiza un acercamiento a la gráfica de pronóstico y se

compara el comportamiento de la demanda real. El gráfico presenta la siguiente esta situación. Se observa que para $\alpha=0,2$ la variación de corto plazo es menor, por el contrario, para $\alpha=0,8$ el pronóstico básicamente marca una leve tendencia creciente y se replica de forma más cercana el comportamiento de la demanda, finalmente para $\alpha=0,5$ se obtiene un pronóstico intermedio entre los 2 escenarios anteriores.

Para los siguientes cálculos definimos como demanda real a los datos del pronóstico obtenido con una constante de suavizamiento alfa de $\alpha=0.8$. Debido a dos factores determinantes, el primero es que su gráfica se acerca al comportamiento de la demanda original, pero excluye los extremos o picos de demanda y el segundo por su tendencia creciente para evaluar y comparar la mayor demanda anual suavizada versus la demanda anual original o del pronóstico histórico proporcionado por la empresa. Ver la demanda real calculada por suavizamiento exponencial de todos los productos en el apéndice 6.

2.2.6. Selección del modelo óptimo para el control de inventarios

Antes de elegir el modelo adecuado es necesario definir primero las características básicas de un sistema de inventarios, en términos de parámetros económicos:

- Costo fijo o costo de pedir C_3 : implica el costo fijo asociado a la colocación de un pedido u orden de compra. EL costo fijo se supone independiente de la cantidad ordenada o producida. Se estima que cada vez que hace un pedido se incurre en un costo aproximado de \$ 500 por pedido, en esta cantidad se toman en cuenta los gastos de flete,

aranceles y todos los impuestos o gastos generales en que se incurren al ordenar un producto.

- Precio de venta P : en algunas situaciones de inventario la demanda puede ser afectada por la cantidad almacenada. En tales casos el modelo de decisión está basado en un criterio de maximización de beneficios, el cual comprende el ingreso de venta de la mercancía. El precio de venta unitario puede ser constante o variable dependiendo, por ejemplo, de si se permite un descuento o no en la cantidad.
- Costo de mantenimiento del inventario C_1 : esto representa el costo de tener el inventario en el almacén. Incluye el interés sobre capital invertido, costos de almacenamiento, costos de manejo, costos de depreciación, etc. Los costos de llevar el inventario usualmente se supone que varían directamente con el nivel de inventario, así como con el tiempo que el artículo se tiene en almacén. El costo de almacenamiento por posición se calcula según cada bodega, siendo estos: bodega seca: \$ 1,43 al día, bodega refrigerada \$ 1,85 al día y bodega congelada de \$ 2,03 diarios por posición de almacenaje, es decir el costo de una tarima con X cantidad de cajas según dimensiones físicas, estiba y recomendaciones del proveedor. Para obtener el costo unitario por cada caja o por cada la unidad de medida se debe dividir el costo de posición por la cantidad de cajas de cada tarima según estiba normal.
- Demanda r : el modelo de demanda de una mercancía puede ser determinista o probabilista. En el caso del determinista se supone que se conocen con certeza las cantidades necesarias sobre períodos subsecuentes. Esto puede expresarse según períodos iguales en

términos de demandas constantes conocidas, o en función de demandas variables conocidas.

- Ciclo para ordenar: consiste en la medida de tiempo de la situación de inventario. Un ciclo de órdenes o pedidos puede identificarse por el período entre dos órdenes sucesivas. Lo último puede iniciarse en una de dos formas:
 - Revisión continua: donde un registro del nivel de inventario se actualiza continuamente hasta que se alcanza un cierto límite inferior, en cuyo punto se coloca un nuevo pedido. Esto se conoce algunas veces como el sistema de dos depósitos.
 - Revisión periódica: donde los pedidos se hacen usualmente a intervalos igualmente espaciados.
- Demoras en la entrega: cuando se coloca un pedido, puede entregarse inmediatamente o puede requerir algún tiempo antes de que la entrega se efectúe. El tiempo entre la colocación de un pedido y su surtido se conoce como demora en la entrega. En general, para este proyecto se estimó que el tiempo máximo de entrega de un proveedor se calcula en 45 días, es decir 15 días más de lo que un pedido normal demora.
- Reabastecimiento del almacén: aunque un sistema de inventario puede operar con demora en las entregas, el abastecimiento real del almacén puede ser instantáneo o uniforme. El instantáneo ocurre cuando el almacén compra de fuentes externas. El uniforme puede ocurrir cuando el producto se fabrica localmente dentro de la organización. En general, un sistema puede operar con demora positiva en la entrega y también

con reaprovisionamiento de almacén. En la compañía se abastecen actualmente de productos importados solicitando una cantidad suficiente para satisfacer la demanda de un mes. Basados en pronósticos de venta apoyado en datos históricos de 3 años atrás.

En la gestión de inventarios existen modelos determinísticos de lote óptimo de compra, entre los cuales se pueden mencionar:

- Modelo de lote económico o modelo de la cantidad económica a ordenar (EOQ).
- Modelo de cantidad óptima de pedido cuando se permiten descuentos por volumen.
- Modelo de reabastecimiento inmediato con faltantes permitidos (con déficit).
- Modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos.
- Modelo de cantidad económica de pedido con tasa constante ó cantidad de pedidos de producción (POQ).
- Modelo de cantidad económica de pedido con demanda que se puede volver a pedir.
- Modelo de cantidad de pedido con tasa constante cuando se permite escasez.

Para el caso de productos en la bodega seca y congelada, se seleccionó el modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos, el cual sería el modelo óptimo y se detallara más adelante. Sin embargo, ninguno de los modelos anteriores se apega a las características de los productos de la bodega refrigerada, esto porque en dicha bodega los tiempos de vida son más cortos y por esto la rotación es más alta. Acá no influye tanto el costo de almacenaje comparado con otros costos de faltantes y excedentes que influyen

considerablemente. Respecto del costo de faltante se debe considerar que antes de perder una venta la empresa realiza una orden de compra especial la cual reabastecerá de productos el inventario, pero esto a un costo mayor que una orden de compra normal. Por otro lado, los costos de excedentes impactan considerablemente el costo total ya que si un producto no se vende y se vence en bodega este se echa a perder por lo cual la inversión del costo de ese producto se perdería por lo que no habría ningún valor de salvamento o de rescate y no solamente esto, sino que también se debe desechar correctamente lo cual implican costos adicionales al precio de compra, lo que indica que no solo se perdería el producto también se debe gastar para que este se deseche correctamente y no causar daños al medioambiente.

Considerando las características de los productos de la bodega refrigerada el modelo para el control de inventarios que se propone es el modelo *NewsVendor Problem* o por su traducción el problema del vendedor de periódicos el cual considera dos riesgos, faltantes y excedente, por lo tanto, definiremos los siguientes costos:

- Costo por faltantes C_F : el costo por productos faltantes, a veces llamado costo de demanda insatisfecha, surge cuando la cantidad que se requiere de un bien (demanda) es mayor que el inventario disponible. Debido a los niveles de servicio que Suministros & Alimentos ofrece no está permitido tener faltantes de inventario en lugar de esto se realiza un pedido especial al proveedor del producto que no alcanza para cubrir su demanda, esto siempre a un costo más elevado que un pedido normal. Por ejemplo, si existiese un quiebre de inventario y no se cuenta con producto suficiente para satisfacer la demanda antes de perder una venta se hace un pedido especial de urgencia al proveedor o proveedores de este producto en especial, pero casi siempre a un costo más alto que el

precio normal, por lo general 50 % más del costo normal, según datos proporcionado por el departamento de mercadeo de Suministros & Alimentos.

- Costo por excedentes C_E : los costos de excedentes se refiere cuando se pide producto que no se vende y debido a que en este proyecto se tratan productos perecederos los mismos podrían echarse a perder por su tiempo de vida. Para fines de este proyecto y con información proporcionada por el departamento de mercadeo de la empresa se estima que los productos tienen un valor de salvamento no mayor del 25% del costo original de este ya que si los productos están próximos a vencer se lanzan ofertas por debajo del costo original o bien se comercializan a empresas que reprocesan estos alimentos y los convierten en comida para mascotas.

2.2.6.1. Modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos

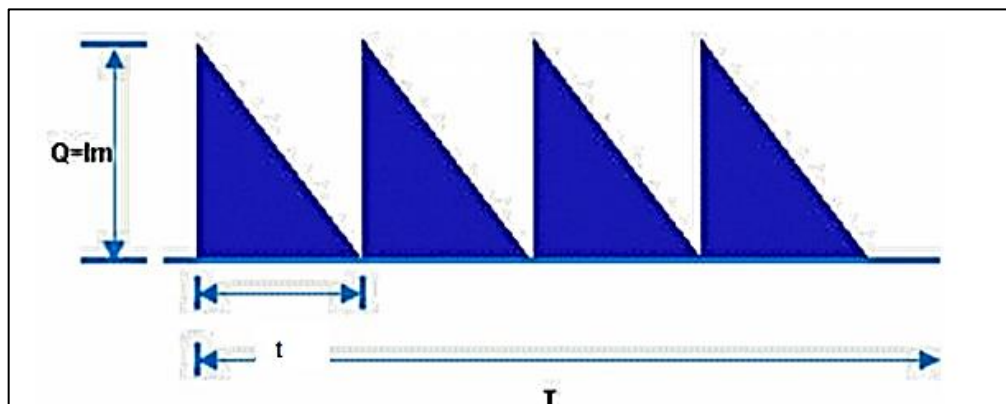
Este modelo tiene como bases el mantener un inventario sin falta de productos para desarrollar las actividades de cualquier empresa. Es un modelo de inventarios que se encuentra basado en las siguientes suposiciones:

- La demanda se efectúa a tasa constante
- El reemplazo es instantáneo
- Todos los coeficientes de costos son constantes

En este modelo no se permite la falta de productos para la venta, es decir, una empresa que maneje este modelo de inventario no se puede quedar sin mercancías para la venta.

En la figura 25 se ilustra esquemáticamente este modelo.

Figura 25. **Modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

Q = cantidad optima a pedir

Im = inventario máximo

t = período entre pedidos

T = período de planeación

En este modelo se representan iguales el inventario máximo y la cantidad económica pedida. Cabe mencionar que esto no siempre es verdadero ya que el costo total para un período en este modelo está conformado por tres componentes de costo:

- Costo unitario de almacenamiento del producto por unidad de tiempo (C_1).

- Costo fijo por cada orden de compra o de producción (C3).
- Tasa de demanda, demanda por unidad de tiempo (r).

El costo para un período estará conformado de la siguiente manera:

$$\text{Costo por período} = [\text{Costo unitario por período}] + [\text{Costo de ordenar un pedido}] + [\text{Costo de mantener el inventario en un período}]$$

El costo total para el período de planeación estará conformado de la manera siguiente:

$$\text{Costo total} = \text{costo por período} \times \text{Número de pedidos a realizar.}$$

Para el modelo presentado se realizaron los cálculos con las siguientes ecuaciones:

- Costo unitario por período: el costo unitario por período simplemente es el costo de la cantidad óptima a pedir.

$$pr$$

- Costo de ordenar una compra: puesto que solo se realiza una compra en un período el costo de ordenar una compra está definido por:

$$C_3$$

- Costo de mantener el inventario por período: el inventario promedio por período es $[Q / 2]$. Por consiguiente el costo de mantenimiento del inventario por período es:

$$\frac{Q}{2} C_1 t$$

- Para determinar el costo en un período se cuenta con la siguiente ecuación:

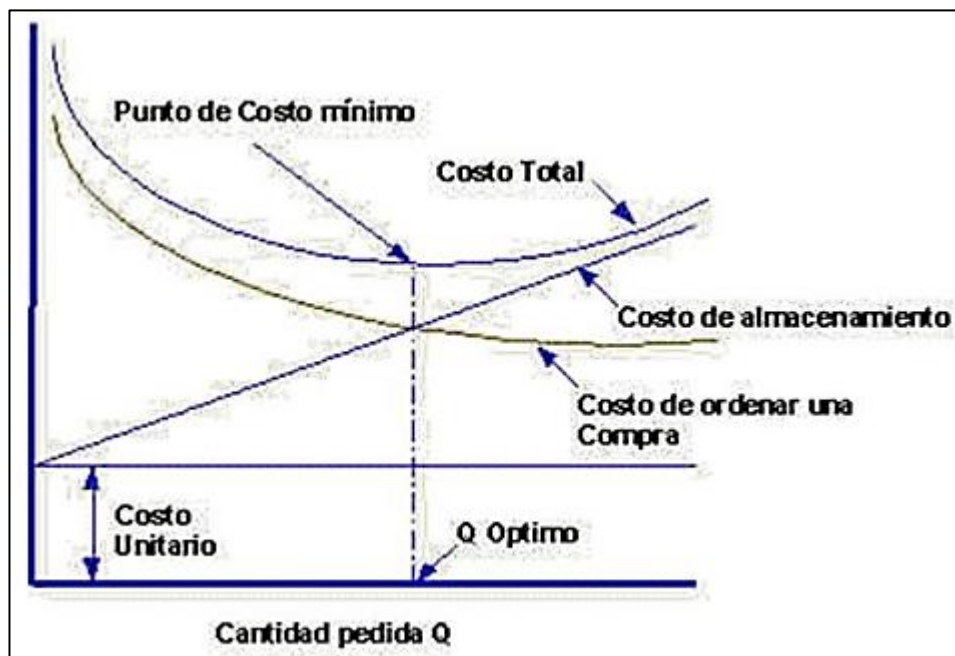
$$\text{Costo}(Q^*) = C_1 t \frac{Q}{2} + C_3 + pr$$

- Otra manera de representar el costo total para el período de planeación es por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = \frac{C_3 r}{Q} + \frac{C_1 Q}{2} + pr$$

- Cuando los componentes del costo total se representan gráficamente se obtiene un punto óptimo (de costo mínimo), como se observa en la figura 26.

Figura 26. **Punto óptimo de costo mínimo**



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2. Cantidades óptimas por pedir

El objetivo es maximizar la diferencia entre los ingresos y el costo asociado al mantenimiento de un inventario. Cuando la demanda es conocida y constante, hay dos tipos generales de costos que deben considerarse: (1) el costo de colocación de pedido y (2) el costo de almacenamiento de existencias en inventario. El tamaño óptimo del pedido y el punto de pedido óptimo generalmente serán funciones de estos dos costos más la intensidad o tasa de uso (la cantidad usada en una unidad de tiempo).

En términos generales, los principales supuestos para desarrollar modelos de inventario son:

- Órdenes repetitivas: la decisión de ordenar es repetitiva en el sentido que es repetida en forma regular. Por ejemplo, si el inventario de un artículo es muy pequeño se efectúa una orden, luego que el inventario vuelve a bajar se vuelve a emitir una orden, entre otros. Esta hipótesis no es adecuada en el caso de productos estacionales, como por ejemplo trajes de baño. En tal caso, se emitirán algunas órdenes durante primavera y verano y no se volverá a ordenar hasta el año siguiente.
- Demanda constante: se asume que la demanda es conocida y ocurre a tasa constante. Por lo tanto, si la demanda anual es r , la demanda diaria sería de $d = r * 360 \text{ días}$ suponiendo que se vende todos los días del año comercial.
- *Lead Time* constante: por *lead time* (L) se entiende el tiempo transcurrido entre la emisión de una orden y la llegada de los artículos solicitados.

- Órdenes continuas: se supondrá que se puede efectuar una orden en cualquier instante. En estos casos se habla de modelos de inventario con revisión continua. Si la revisión del inventario se hace a intervalos regulares se habla de modelos con revisión periódica. Tal es el caso de situaciones en la que solo se puede efectuar órdenes cada cierto período de tiempo.

Una forma de determinar la cantidad óptima a pedir es suponer diversos valores de Q y sustituir en la ecuación anterior hasta encontrar el punto de costo mínimo. Un procedimiento más sencillo consiste en derivar la ecuación del costo total con respecto a Q e igualar la derivada a cero.

$$\frac{dC}{dQ} = \frac{C_3 r}{Q} + \frac{C_1 Q}{2} + pr$$

Al resolver esta derivada tenemos la ecuación para determinar la cantidad óptima a pedir.

$$Q = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_1}}$$

Si sabemos los siguientes datos:

$r = 53\,407$ unidades/año (suavizado exponencial)

$C_3 = \$ 500 = Q\,3\,750$

$C_1 = \$ 2,03 \text{ unidad/día} * Q\,7,5 * 360/63 = Q\,87 \text{ unidad/año}$

$$Q = \sqrt{\frac{2(53407)(3750)}{87}} \approx 2146 \text{ cajas}$$

Esta ecuación ocasiona un costo mínimo cuando se realiza el pedido de 2 146 cajas y tiene como base un balance entre los dos costos variables (costo

de almacenamiento y costo de compra) incluidos en el modelo. Cualquier otra cantidad pedida ocasiona un costo mayor.

2.2.6.3. Ciclos para ordenar

Son los periodos o intervalos de tiempo entre un pedido y el otro, es decir el tiempo en que un producto llega a su cantidad mínima dentro del inventario y se representa con la letra t . La sumatoria de cada período de tiempo (t) para un período completo de planeación se representa con la letra (T).

El tiempo de un período se expresa de la siguiente manera:

$$t = \frac{Q}{r}$$

$$t = \frac{Q}{r} = 21\,46 / 53\,407 = 1/30 \text{ año} \times 360 \text{ días/año} \approx 15 \text{ días}$$

El número de periodos se expresa de la manera siguiente:

$$N = \frac{r}{Q}$$

$$N = \frac{r}{Q} = 53\,407 / 2\,146 = 25 \text{ pedidos por año}$$

Si se desea determinar el costo total en el período de planeación (T) se multiplica el costo de un período por el número de íter períodos (t) que contenga el período de planeación. Para determinar este costo se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo } (Q)t$$

Otra manera de representar el costo total para el período de planeación es por medio de la siguiente ecuación:

$$CostoTotal = \frac{C_3 r}{Q} + \frac{C_1 Q}{2} + pr$$

$$CT_{optimo} = \frac{(3750)(53407)}{2146} + \frac{(87)(2146)}{2} + 158.65 * 53407 = Q 8,473,247.33 / año$$

2.2.7. Modelo NewsVendor

Para poder ilustrar el problema del vendedor de periódicos, según el libro de texto: *Matching supply with demand. Vol. 2 (Cachon, Gérard, and Christian Terwiesch.)* Supongamos que usted es el dueño de un negocio simple: vender periódicos. Cada mañana usted compra una pila de periódicos con la intención de venderlos en su puesto de periódicos en la esquina de una calle concurrida. A pesar de que tiene alguna idea con respecto a cuántos periódicos se puede vender en un día cualquiera, nunca se puede predecir la demanda con seguridad. Algunos días se venden todos los periódicos, mientras que otros días terminan con los periódicos sin vender para ser reciclados.

El vendedor de noticias debe decidir cuántos periódicos comprar al comienzo de cada día porque debe decidir cuántos periódicos comprar antes de que se produzca la demanda, a menos que tenga mucha suerte, no podrá hacer coincidir la oferta con la demanda. Se necesita una herramienta de decisión para hacer la mejor elección de esta difícil situación. El modelo *NewsVendor* es una herramienta de este tipo. El modelo de *NewsVendor* se aplica en muchas otras situaciones aparte del negocio de los quioscos. El tema esencial es que debe apostar con firmeza (con mucho inventario a pedido) antes de que ocurra algún evento aleatorio (demanda) y luego se darse cuenta que se apostó demasiado (la demanda fue menor que su pedido) o apostó muy poco (la demanda superado su pedido). Este intercambio entre hacer demasiado y hacer muy poco.

2.2.7.1. Problema del vendedor de periódicos

El problema del vendedor de periódicos es una forma sencilla de ilustrar una categoría de problemas con demanda incierta, pero con distribución de probabilidad conocida, donde se debe encontrar el tamaño mínimo de pedido que minimice una función de costos esperados.

Este problema es de un sólo período debido a que los periódicos que no se logran vender en un día no se pueden vender al día siguiente a un valor de mercado y por tanto cada exceso de inventario tiene un costo monetario asociado. También, realizar un pedido insuficiente para enfrentar la demanda tiene un costo de oportunidad asociado, que en el mejor de los casos se puede estimar como el margen no logrado por quiebre de *stock*, pero que en la práctica puede incluso provocar la pérdida del cliente (costo difícil de estimar).

La gestión de inventario de productos perecederos en condiciones de incertidumbre (riesgo) requiere de modelos que permitan maximizar las ganancias.

- El vendedor de periódicos: cuanto pedir para el día.
- El vendedor de artículos navideños: cuantos artículos compra para la venta.
- El administrador de una cafetería: cuanto comprar de productos de pastelería.
- Un campesino: que cantidad sembrar para una temporada.
- Tienda de artículos de temporada: cuanto pedir de botas para la nieve

2.2.7.2. El costo de pedir demasiado

Hacer un pedido muy grande de un producto de temporada puede dar como resultado grandes pérdidas para el negocio. En el caso de las tarjetas de Navidad, por ejemplo, las ventas llegan a cero el día después de Navidad. La compañía tiene la oportunidad de destruir el inventario sobrante, vendiendo algunos con grandes ofertas o almacenarlo todo hasta las siguientes Navidades. La última opción puede ahorrar costes de inventario, pero a la compañía le costará cuotas de almacenamiento. El inventario que tiene fecha, como las revistas o los recuerdos de una boda real, pueden no tener mercado después de esa fecha.

2.2.7.3. El costo de pedir muy poco

Hay muchos costes asociados con tener a mano un inventario demasiado pequeño, y no todos ellos son directamente financieros. El coste principal es la oportunidad pérdida de obtener un beneficio. La diferencia entre el precio de venta y el coste multiplicado por el número de clientes que debieron marcharse es igual al beneficio perdido. Podría ser incluso mayor si los clientes les dicen a otras personas que la compañía se quedó sin *stock* y estos clientes potenciales no aparecieron.

Un coste más sutil pero igual de dañino es la buena voluntad de los clientes. Si los clientes esperan poder comprarte un producto y no pueden hacerlo porque has pedido de forma poco efectiva, su molestia puede extenderse más y pueden escoger comprar los productos en otro lugar en el futuro.

2.2.7.4. Fórmulas

C_F : costo de faltantes

C_E : costo de excedente

PV : precio de venta

C : costo

B : penalidad por faltante

VS : valor de salvamento o rescate

D : demanda

$$C_F = PV - C + B$$

$$C_E = C - VS$$

$P(D \leq Q^*)$: probabilidad de que la demanda sea menor o igual a la cantidad pedida Q^* , también conocido como radio crítico.

$Z\alpha$: valor en la tabla de distribución normal para el radio crítico

\hat{x} : demanda promedio

Pasos para calcular la cantidad optima a pedir:

$$P(D \leq Q^*) = \frac{C_F}{C_F + C_E} \quad \text{nivel de servicio por ofrecer}$$

$$Z\alpha = \quad \text{radio crítico}$$

$$Q^* = \hat{x} + Z\alpha\sigma \quad \text{cantidad óptima por comprar}$$

Para ejemplificar el modelo tomaremos uno de los artículos con menos tiempo de vida en la bodega refrigerada, para fines ilustrativos se tomó la media del pronóstico de venta por semana y su desviación estándar de estos pronósticos de venta para bandejas de champiñones enteros los cuales según su ficha técnica la vida útil del producto es de 10 días, manteniéndose refrigerado a una temperatura entre 0 y 5 °C (32 a 41 °F):

Se desea calcular la cantidad de bandejas de champiñones enteros que se debe comprar por semana. El precio de venta es de Q 51,21 por cada bandeja. El costo de compra al proveedor es de Q 33,04. Por motivos de servicio, la empresa prefiere comprar el producto al proveedor mediante una orden de compra especial, antes de perder un cliente, en este caso el costo es un 75 % más caro que el costo de un pedido normal y se calcula es de Q 57,82. Al final de la semana los artículos que no se han vendido se ofertan por liquidación o se ofrecen a una empresa que reprocesa estos alimentos y un precio de Q 12,80 por bandeja. Según pronósticos de venta proporcionados por la empresa se estima que el pronóstico de demanda tiene una distribución normal con media de 67 y desviación estándar de 19.

$$PV = Q 51,21$$

$$C = Q 33,04$$

$$VS: Q 12,80$$

$$B = (Q 57,82 - Q 51,21) = Q 6,61 \text{ penalidad por faltante}$$

$$C_F = PV - C + B = Q 51,21 - Q 33,04 + Q 6,61 = Q 24,78$$

$$C_E = C - VS = Q 33,04 - Q 12,80 = Q 20,24$$

$$\text{Paso 1 } P(D \leq Q^*) = \frac{C_F}{C_F + C_E} = \frac{24,78}{24,78 + 20,24} = 0,55$$

$$\text{Paso 2 } Z_{0,55} = \text{radio crítico } (0,55) = 0,127$$

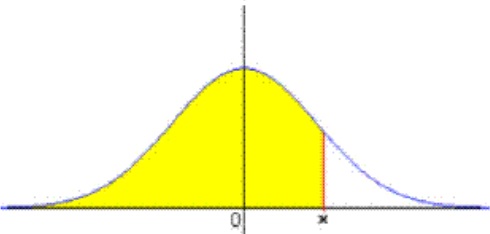
$$\text{Paso 3 } Q^* = \hat{x} + Z\alpha\sigma = 67 + 0,127 * 19 = 69 \text{ bandejas}$$

Según el modelo *NewsVendor* la cantidad óptima por pedir por semana y que garantiza un costo mínimo serían 69 bandejas de champiñones.

Nota: el valor de Z que garantiza una disponibilidad del 55 % es de 0,127, tomado de la tabla de distribución normal y apoyado en el programa Excel. Para calcular la media y desviación estándar se consideraron los pronósticos de venta por semana para los productos refrigerados como se muestra en la tabla VII y figura 27.

Tabla VII. **Media y desviación estándar según pronósticos de venta por semana productos refrigerados 2018**

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$



| | .00 | .01 | .02 | .03 | .04 | .05 | .06 | .07 | .08 | .09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0 | 0.5000 | 0.5040 | 0.5080 | 0.5120 | 0.5160 | 0.5199 | 0.5239 | 0.5279 | 0.5319 | 0.5359 |
| 0,1 | 0.5398 | 0.5438 | 0.5478 | 0.5517 | 0.5557 | 0.5596 | 0.5636 | 0.5675 | 0.5714 | 0.5753 |
| 0,2 | 0.5793 | 0.5832 | 0.5871 | 0.5910 | 0.5948 | 0.5987 | 0.6026 | 0.6064 | 0.6103 | 0.6141 |
| 0,3 | 0.6179 | 0.6217 | 0.6255 | 0.6293 | 0.6331 | 0.6368 | 0.6406 | 0.6443 | 0.6480 | 0.6517 |
| 0,4 | 0.6554 | 0.6591 | 0.6628 | 0.6664 | 0.6700 | 0.6736 | 0.6772 | 0.6808 | 0.6844 | 0.6879 |

Fuente: Gerencia de Mercadeo.

Figura 27. **Distribución normal para $Z_{0,55}$**

| Semana | Unidades |
|--------------|-------------|
| 1 | 64 |
| 2 | 50 |
| 3 | 54 |
| 4 | 78 |
| 5 | 64 |
| 6 | 73 |
| 7 | 53 |
| 8 | 58 |
| 9 | 81 |
| 10 | 47 |
| 11 | 55 |
| 12 | 94 |
| 13 | 86 |
| 14 | 48 |
| 15 | 74 |
| 16 | 73 |
| 17 | 49 |
| 18 | 63 |
| 19 | 72 |
| 20 | 84 |
| 21 | 79 |
| 22 | 66 |
| 23 | 44 |
| 24 | 55 |
| 25 | 81 |
| 26 | 47 |
| 27 | 77 |
| 28 | 50 |
| 29 | 65 |
| 30 | 65 |
| 31 | 60 |
| 32 | 57 |
| 33 | 71 |
| 34 | 51 |
| 35 | 60 |
| 36 | 36 |
| 37 | 50 |
| 38 | 86 |
| 39 | 49 |
| 40 | 63 |
| 41 | 59 |
| 42 | 64 |
| 43 | 52 |
| 44 | 74 |
| 45 | 66 |
| 46 | 61 |
| 47 | 57 |
| 48 | 97 |
| 49 | 77 |
| 50 | 111 |
| 51 | 127 |
| 52 | 128 |
| Total | 3505 |

Media : 67

Desviacion Estandar: 19

Fuente: elaboración propia.

Utilizando las fórmulas descritas en los incisos 2.2.6.2, 2.2.6.3 y 2.2.7.4 se procedió a realizar los cálculos de las cantidades óptimas a pedir (Q), el número de pedidos (N) y el tiempo entre pedidos, para los productos de cada una de las bodegas respectivamente como se muestra en las tablas VIII, IX y X. El resto de parámetros se encuentran en los apéndices 7, 8 y 9.

2.2.7.5. Ganancia óptima para bodega refrigerada

Según los cálculos realizados con el modelo *NewsVendor* podemos calcular la ganancia esperada:

$$\text{Ganancia Esperada} = [(PV - C)\text{Venta Esp} - (C - VS)\text{Excedente Esp} - B * \text{Ventas perdidas Esp}]$$

Se requiere calcular Ventas esperadas, Excedentes esperados, y ventas perdidas esperadas).

$L(Z)$: Función de pérdida de la distribución normal. Este valor se encuentra en una tabla similar a la tabla de la distribución normal estándar (anexo 5).

$$\text{Ventas perdidas Esp} = \sigma * L(Z)$$

$$L(Z) = L(0,127) = 0,3345$$

$$\text{Ventas perdidas Esp} = 19 * 0,3345 = 6,36 \text{ Unidades}$$

$$\text{Venta Esp} + \text{Ventas Perdidas Esp} = \text{Demanda Esp}$$

$$\text{Venta Esp} = \text{Demanda Esp} - \text{Ventas Perdidas Esp}$$

$$\text{Venta Esp} = \hat{X} - \sigma * L(z)$$

$$\text{Venta Esp} = 67 - 19 * 0,3345 = 60,64 \text{ Unidades}$$

$$\text{Venta Esp} + \text{Excedente Esp} = Q$$

$$\text{Excedente Esp} = Q - \text{Venta Esp}$$

$$\text{Excedente Esp} = 69 - 60,64 = 8,36 \text{ Unidades}$$

Ganancia esperada

$$= [(51,21 - 33,04)60,64 - (33,04 - 12,80)8,36 - 6,61 * 6,36]$$

$$= Q 890,76$$

Tabla VIII. **Cantidades óptimas por pedir, número de pedidos y tiempo entre pedidos para bodega seca**

| Producto | Unidad medida base | Cantidad optima a pedir (Q) [Unidad] | Núm. de pedidos (N) | Tiempo entre pedidos (días) |
|----------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Aceite líquido A | Caja | 535 | 3 | 118 |
| Aceite líquido B | Caja | 2 121 | 12 | 30 |
| Aceite spray | Caja | 393 | 4 | 80 |
| Aderezo qeddar | Caja | 114 | 2 | 147 |
| Almendras | Caja | 310 | 2 | 163 |
| Arroz blanco | Caja | 485 | 10 | 35 |
| Arroz galón | Bolsa | 175 | 3 | 120 |
| Arroz sacco | Caja | 165 | 2 | 148 |
| Avena | Caja | 322 | 2 | 156 |
| Azúcar 1 | Bolsa | 125 | 2 | 167 |
| Azúcar 2 | Caja | 342 | 4 | 92 |
| Azúcar donadoa | Caja | 543 | 4 | 93 |
| Azúcar sobres | Caja | 176 | 3 | 139 |
| Bandeja duroport | Caja | 136 | 3 | 123 |
| Bolsa gua | Caja | 105 | 2 | 160 |
| Bolsa papel | Caja | 83 | 2 | 203 |
| Bolsa transparente A | Unidad | 201 | 3 | 104 |
| Bolsa transparente B | Caja | 166 | 2 | 227 |
| Botella agua | Caja | 835 | 8 | 45 |
| Café d paço | Caja | 250 | 4 | 84 |
| Caja para pizza | Unidad | 179 | 3 | 117 |
| Caja pizza R | Caja | 424 | 6 | 58 |
| Caramelo queso | Caja | 358 | 5 | 70 |
| Cerezas frasco | Caja | 66 | 3 | 106 |
| Champiñon rebanado | Caja | 70 | 2 | 160 |
| Chocolate en botella | Caja | 471 | 4 | 80 |
| Cremora | Caja | 186 | 3 | 131 |
| Detergente líquido | Caja | 103 | 2 | 238 |
| Detergente uno | Caja | 139 | 2 | 176 |
| Envase 4oz | Caja | 241 | 3 | 131 |
| Envase 2oz | Caja | 167 | 2 | 147 |

Continuación de la tabla VIII.

| | | | | |
|------------------------|--------|-----|----|-----|
| Esponja X | Caja | 85 | 2 | 198 |
| Esponja X | Caja | 165 | 1 | 305 |
| Fideo a | Caja | 153 | 3 | 109 |
| Fork ca | Caja | 247 | 4 | 85 |
| Fortune | Caja | 477 | 10 | 35 |
| Frijoles os | Caja | 855 | 6 | 59 |
| Frijoles os | Caja | 232 | 3 | 106 |
| Galón de alcachofas | Caja | 193 | 2 | 195 |
| Granola miel | Caja | 113 | 2 | 155 |
| Guantes A | Caja | 449 | 3 | 117 |
| Guindas | Caja | 154 | 1 | 246 |
| Harina oro | Caja | 244 | 2 | 155 |
| Hotcake harina | Caja | 123 | 4 | 91 |
| Jabon liqnos | Caja | 219 | 5 | 77 |
| Jarabe fresa | Caja | 130 | 3 | 129 |
| Jugo piña | Caja | 145 | 1 | 261 |
| Jugo sabor a | Caja | 199 | 2 | 190 |
| Jugo tomate | Caja | 124 | 3 | 136 |
| Ketchup danelo | Caja | 172 | 3 | 142 |
| Ketchup pda 1 000/8 gr | Caja | 791 | 6 | 64 |
| Lata jalapeño | Caja | 93 | 2 | 226 |
| Leche d uhto | Caja | 572 | 8 | 43 |
| Leche tetrapk | Caja | 292 | 6 | 58 |
| Liquido de azúcar | Caja | 158 | 3 | 106 |
| Mania des | Caja | 129 | 1 | 243 |
| Mayonesa ada | Caja | 140 | 2 | 175 |
| Mayonesa duralo | Caja | 235 | 3 | 104 |
| Moztaza botella | Caja | 238 | 3 | 103 |
| Nachos bbq | Libra | 134 | 1 | 281 |
| Oliveolive black | Caja | 201 | 1 | 250 |
| Pajilla | Unidad | 258 | 4 | 81 |
| Palillos | Caja | 219 | 3 | 112 |
| Panela | Caja | 526 | 3 | 133 |
| Papel advadv 2 | Caja | 294 | 3 | 128 |
| Papel hd | Caja | 352 | 3 | 107 |
| Papel manila | Caja | 207 | 1 | 243 |
| Papel rol | Caja | 502 | 11 | 33 |
| Pasta chipotle | Caja | 105 | 3 | 107 |
| Pasta dini ocaja | Caja | 133 | 1 | 284 |
| Pepinillo 50 | Caja | 294 | 3 | 119 |
| Pepper | Caja | 219 | 3 | 112 |
| Pizza d fuloly | Caja | 564 | 6 | 56 |
| Plato px | Caja | 278 | 6 | 60 |
| Platos te | Libra | 260 | 2 | 145 |
| Preservante | Caja | 146 | 2 | 168 |
| Ranch aderezo gln4 | Saco | 130 | 1 | 289 |

Continuación de la tabla VIII.

| | | | | |
|-----------------------|-------|-----|---|-----|
| Sal de cocina 2 libra | Caja | 144 | 2 | 145 |
| Sal refinada | Caja | 205 | 2 | 153 |
| Salsa bbq ey | Caja | 270 | 3 | 117 |
| Salsa de ca 4 | Caja | 141 | 2 | 223 |
| Salsa de queso lata | Saco | 304 | 3 | 124 |
| Salsa soy | Caja | 179 | 3 | 117 |
| Satke salsaoz10/ | Caja | 197 | 1 | 256 |
| Sauce fire olibra | Libra | 157 | 1 | 241 |
| Sauce gmc | Caja | 287 | 3 | 132 |
| Sauce honut | Caja | 280 | 2 | 180 |
| Sauce stia/ 4 | Caja | 132 | 2 | 185 |
| Sauce, bbh | Libra | 201 | 2 | 188 |
| Sazonador mex libra | Libra | 425 | 2 | 165 |
| Serilleta clase a | Caja | 360 | 5 | 68 |
| Serv. Xpruniv | Caja | 977 | 7 | 52 |
| Servilletas cls | Caja | 224 | 3 | 109 |
| Servilletas i | Caja | 263 | 6 | 64 |
| Sirope de chocolate | Saco | 444 | 3 | 113 |
| Sustituto gfgb | Caja | 202 | 7 | 55 |
| Tapa 2 oz | Caja | 221 | 5 | 76 |
| Te sabor a | Caja | 113 | 2 | 149 |
| Toa mtmt b | Caja | 759 | 5 | 66 |
| Vinagre bidon | Caja | 212 | 3 | 115 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Cantidades óptimas por pedir, número de pedidos y tiempo entre pedidos para bodega congelada**

| Producto | Unidad medida base | Cantidad optima a pedir (Q) [Unidad] | Núm. de pedidos (N) | Tiempo entre pedidos (días) |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Alitas de pollo | Caja | 288 | 6 | 60 |
| Aros de calamar | Libra | 356 | 10 | 35 |
| Aros de cebolla | Caja | 264 | 5 | 67 |
| Asado de tira con hueso | Caja | 210 | 4 | 82 |
| Bacon | Caja | 1 611 | 16 | 22 |
| Bread chicken | Caja | 333 | 3 | 104 |
| Calamar | Libra | 414 | 9 | 42 |
| Calamar baby | Caja | 135 | 4 | 91 |
| Camaron empanizado | Caja | 147 | 3 | 118 |

Continuación de la tabla IX.

| | | | | |
|-------------------------|-------------|--------------|-----------|-----------|
| Camote | Caja | 422 | 6 | 63 |
| Carne 3 | Caja | 376 | 8 | 46 |
| Carne molida | Caja | 255 | 8 | 46 |
| Carne molida angus | Caja | 184 | 4 | 80 |
| Cheese pizza | Caja | 576 | 7 | 55 |
| Chicken fritu | Caja | 189 | 6 | 63 |
| Chorizo argentino | Caja | 442 | 5 | 71 |
| Churros caja | Caja | 1 119 | 15 | 24 |
| Costilla cerdo | Libra | 7 352 | 4 | 94 |
| Deditos de pollo | Caja | 273 | 6 | 63 |
| Dedos de queso | Caja | 2 410 | 18 | 20 |
| Dustis | Caja | 1 513 | 13 | 28 |
| Encanelados | Caja | 174 | 11 | 34 |
| Entraña | Caja | 118 | 4 | 100 |
| Fideo fino | Caja | 147 | 4 | 100 |
| Filete de atun | Caja | 209 | 3 | 106 |
| Filete de tilapia | Caja | 131 | 3 | 113 |
| Grilled chicken | Caja | 271 | 4 | 98 |
| Guacamol en bolsa | Caja | 189 | 3 | 141 |
| Hamburguesa ajonjoli | Caja | 222 | 3 | 120 |
| Helado 1 | Caja | 223 | 7 | 53 |
| Jugo de ajo | Caja | 610 | 6 | 58 |
| Lomito | Caja | 191 | 2 | 186 |
| Lomo de cerdo sin hueso | Libra | 253 | 6 | 59 |
| Mantequilla sin sal | Caja | 212 | 4 | 81 |
| Mariscada | Caja | 225 | 3 | 118 |
| Mejillón entero | Bolsa | 282 | 3 | 126 |
| Mozarella rayado | Caja | 239 | 4 | 83 |
| Pan de hamburguesa | Caja | 1 783 | 13 | 28 |
| Pan de manteca | Caja | 339 | 5 | 78 |
| Pan de queso | Caja | 271 | 4 | 98 |
| Pan redondo | Caja | 196 | 3 | 136 |
| Pan rodajado blanco | Bolsa | 257 | 2 | 192 |
| Papa crispy B | Caja | 1 737 | 28 | 13 |
| Papa crispy C | Caja | 2 146 | 25 | 15 |
| Papa en gajos | Caja | 244 | 4 | 91 |
| Papa extra larga | Caja | 184 | 4 | 94 |
| Papa frita 2 | Caja | 345 | 4 | 90 |
| Papa natural | Caja | 103 | 3 | 114 |
| Papa stealth | Caja | 203 | 6 | 58 |
| Pastel de chocolate | Caja | 487 | 10 | 35 |
| Pastel de queso | Caja | 710 | 22 | 17 |
| Pastel pequeño | Caja | 1 722 | 13 | 29 |
| Pastel queso y fresa | Caja | 408 | 5 | 76 |
| Pastel tipo tiramisú | Caja | 590 | 12 | 30 |
| Pastel zanahoria | Caja | 383 | 8 | 45 |

Continuación de la tabla IX.

| | | | | |
|-------------------------|---------|--------|----|-----|
| Pastelitos de chocolate | Caja | 125 | 4 | 99 |
| Pato entero | Libra | 423 | 10 | 35 |
| Pechuga de pollo | Libra | 1 472 | 3 | 120 |
| Pepperoni | Caja | 1 732 | 23 | 15 |
| Pestel de leche | Caja | 18 534 | 3 | 106 |
| Picnic de cerdo | Caja | 238 | 3 | 112 |
| Platano pre-frito | Caja | 134 | 6 | 59 |
| Platano refrito | Caja | 136 | 4 | 87 |
| Pollo ahumado | Caja | 276 | 3 | 128 |
| Pollo asiatico | Libra | 209 | 4 | 94 |
| Porter choice | Libra | 9 754 | 4 | 101 |
| Pulpo pequeño | Bolsa | 271 | 5 | 73 |
| Puyazo A | Libra | 747 | 4 | 99 |
| Puyazo C | Libra | 282 | 4 | 94 |
| Puyazo D | Libra | 109 | 3 | 108 |
| Queso mozzarella | Caja | 278 | 4 | 89 |
| Queso mozzarella 2 | Bolsa | 1 102 | 7 | 49 |
| Queso para pizza | Bolsa | 160 | 3 | 111 |
| Quesos mixtos | Caja | 273 | 6 | 63 |
| Rib bones | Libra | 503 | 11 | 34 |
| Rib caja | Caja | 258 | 5 | 67 |
| Salmon ahumado | Caja | 257 | 4 | 96 |
| Salmon chileno | Caja | 112 | 3 | 110 |
| Salsa 2 | Caja | 568 | 12 | 31 |
| Salsa alfredo | Caja | 388 | 8 | 46 |
| Salsa de cerdo | Caja | 301 | 6 | 57 |
| Salsa de frijol | Libra | 7 934 | 4 | 87 |
| Salsa italiana | Caja | 14 269 | 3 | 138 |
| Scalopus | Libra | 474 | 9 | 42 |
| Steak 1 | Caja | 427 | 10 | 35 |
| Steak 2 | Libra | 341 | 16 | 23 |
| Steak 3 | Caja | 118 | 5 | 67 |
| Tilapia filete | Caja | 172 | 4 | 86 |
| Tocino 2 | Caja | 1 050 | 12 | 30 |
| Tocino canadiense | Caja | 156 | 4 | 95 |
| Torta 4 | Caja | 290 | 2 | 170 |
| Torta 6 | Caja | 1 395 | 16 | 22 |
| Torta de carne 1 | Caja | 400 | 8 | 44 |
| Torta de carne 2 | Caja | 6 760 | 3 | 109 |
| Torta hamburguesa 3 | Bandeja | 120 | 4 | 103 |
| Tortas de papa | Caja | 301 | 4 | 87 |
| Tortilla 1 | Libra | 3 086 | 35 | 10 |
| Tortilla de maíz | Caja | 1 054 | 8 | 47 |
| Tortilla multicolor | Caja | 533 | 16 | 22 |
| Vegetales mixtos 2 | Bolsa | 235 | 4 | 84 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cantidades óptimas por pedir, número de pedidos y tiempo entre pedidos para bodega refrigerada**

| Producto | Unidad medida base | Cantidad optima a pedir (Q) [Unidad] | No de pedidos (N) | Tiempo entre pedidos (dias) |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Aderezo ranch | Galón | 5 | 52 | 7 |
| Base p/smothies coc | Galón | 7 | 52 | 7 |
| Base p/smothies fre | Galón | 11 | 52 | 7 |
| Base p/smothies man | Galón | 8 | 52 | 7 |
| Base p/smothies nar | Litro | 4 | 52 | 7 |
| Base p/smothies trop | Litro | 3 | 52 | 7 |
| Champiñones enteros | Bandeja | 69 | 52 | 7 |
| Chorizo extremeño | Paquete | 13 | 52 | 7 |
| Concentrado horchata | Galón | 2 | 52 | 7 |
| Concentrado tamarindo | Galón | 2 | 52 | 7 |
| Crema caja | Caja | 28 | 52 | 7 |
| Crema litro | Caja | 19 | 52 | 7 |
| Huevo liquido | Galón | 76 | 52 | 7 |
| Huevos | Caja | 40 | 52 | 7 |
| Jamon ahumado | Libra | 52 | 52 | 7 |
| Jamon cerdo | Libra | 204 | 52 | 7 |
| Jamon pavo | Paquete | 21 | 52 | 7 |
| Queso amarillo A | Caja | 9 | 52 | 7 |
| Queso amarillo B | Caja | 18 | 52 | 7 |
| Queso blanco | Paquete | 5 | 52 | 7 |
| Queso de capas | Caja | 69 | 52 | 7 |
| Sirope de café | Galón | 3 | 52 | 7 |
| Tocino en trocitos | Bandeja | 147 | 52 | 7 |
| Yogurt fresa | Litro | 10 | 52 | 7 |
| Yogurt natural | Litro | 10 | 52 | 7 |

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. **Stock de seguridad**

Para calcular el *stock* de seguridad deben tenerse en cuenta una serie de factores como son:

- Plazo de entrega de los pedidos
- Demanda del *stock* de seguridad

- Desviación estándar del plazo de entrega de los pedidos
- Desviación estándar de la demanda
- Tasa de servicio deseado

Para calcular el stock de seguridad se utiliza la siguiente ecuación:

$$SS = (T_{me} - T_e) * d$$

Donde

SS = *stock* de seguridad

T_{me} = tiempo máximo de entrega (días)

T_e = tiempo normal de entrega (días)

d = demanda media (unidades)

Ejemplo:

Determinar el stock de seguridad para producto papa crispy C

T_{me} = 45 días máximo es el tiempo que puede demorar el pedido

T_e = 30 días es el tiempo normal de una entrega.

d = la demanda media de cajas sería el promedio del pronóstico de ventas del año 2018 para este producto

$$d = \frac{3\,864 + 3\,829 + 3\,994 + 4\,419 + 4\,613 + 4\,566 + 4\,110 + 4\,430 + 4\,575 + 4\,850 + 4\,946 + 5\,614}{12}$$

$$d \approx 4\,484 \text{ cajas al mes}$$

Entonces:

$$SS = (45 - 30) \text{ días} * 4\,484 \text{ cajas/mes} * (\text{mes} / 30 \text{ días}) = 2\,242 \text{ cajas}$$

Para el ejemplo de la papa crispy C serían 2 242 cajas un adecuado stock de seguridad. Los stocks de seguridad recomendado para todos los productos de cada bodega se presentan en los apéndices 7, 8 y 9.

2.2.9. Clasificación de inventario

Para llevar un mayor control y tener una optimización en el procedimiento de preparación de pedidos, se realizó una clasificación de los productos existentes en bodega, siguiendo los siguientes lineamientos:

- Los productos con mayor demanda están más cerca del inicio de cada pasillo.
- Cada producto pertenece a una categoría, la cual es asignada a una zona de almacenaje.
- Se realizará una clasificación según inventarios ABC.
- Para clasificar se toma en cuenta dos aspectos:
 - Ruta lógica para la preparación de pedidos
 - Valor porcentual del total de las ventas

Actualmente, dentro de las bodegas seca, refrigerada y congelada de la empresa, se almacenan los productos según el orden de ingreso, además se

prioriza la colocación en estantes por el peso y volumen, obviando la demanda que los mismos tengan. Por esta razón, se realizó una clasificación de los productos para que los mismos tengan un almacenaje lógico que combine la demanda con el peso y volumen dentro de la bodega y su manipulación sea más fácil.

La clasificación es una de las mejores medidas de control interno de inventarios, dado que de aplicarse correctamente puede permitir mantener el mínimo de capital invertido en stock, entre muchos otros beneficios.

2.2.9.1. Clasificación de inventario ABC

Vilfredo Pareto fue un sociólogo y economista italiano quien, en 1897 afirmó que el 20 % de las personas ostentaban el 80 % del poder político y la abundancia económica, mientras que el 80 % restante de la población (denominada masas) se repartía el 20 % restante de la riqueza y de la influencia política. Este principio es susceptible de aplicarse a muchos entornos, dentro de los cuales cabe destacar el control de calidad, la logística (de distribución), y la administración de inventarios. En el control interno de *stock*, este principio significa que unas pocas unidades de inventario representan la mayor parte del valor de uso de los mismos.

El sistema de clasificación ABC es un sistema de clasificación de los productos para fijarles un determinado nivel de control de existencia; para con esto reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. El tiempo y costos que las empresas invierten en el control de todos y cada uno de sus materias primas y productos terminados son incalculables, y de hecho resulta innecesario controlar artículos de poca importancia para un proceso productivo y en general productos cuya inversión no es cuantiosa.

Cualquier empresa, sin importar su tamaño puede encontrar en este sistema los beneficios de una mejor rotación de los inventarios y los concernientes ahorros en los costos totales del control de los inventarios.

No es nada extraño encontrar en los inventarios de una determinada empresa que de un 10 a 15 % del total de sus artículos represente aproximadamente el 70 % del dinero invertido en inventario y que de su mismo inventario del 85 al 90 % de los artículos represente tan solo un 10 a 15 % del capital invertido.

En toda organización se hace necesaria una discriminación de artículos con el objetivo de determinar aquellos que por sus características precisan un control más riguroso. La clasificación ABC es una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos (indicadores de importancia, tales como el costo unitario y el volumen anual demandado). El criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el valor de los inventarios y los porcentajes de clasificación son relativamente arbitrarios.

Son estos motivos los que justifican la aplicación de este sistema de selectividad cuya filosofía implica que en muchas ocasiones cuesta más el control del inventario que lo que cuesta el producto que se está controlando. Los artículos o productos según su importancia y valor se pueden clasificar en las tres clases siguientes (Inventarios - manejo y control,):

- Tipo A: dentro de este tipo se involucran los artículos que por su costo elevado, alta inversión en el inventario, nivel de utilización o aporte a las utilidades necesitan de un 100 % en el control de sus existencias.

- Tipo B: esta clasificación comprende aquellos productos que son de menor costo y menor importancia los cuales requieren un menor grado de control.
- Tipo C: en esta última clasificación se colocan los productos de muy bajo costo, inversión baja y poca importancia para el proceso productivo; que tan solo requieren de muy poca supervisión sobre el nivel de sus

2.2.9.2. Controles para las zonas de clasificación

Muchos textos suelen considerar que la zona A de la clasificación corresponde estrictamente al 80 % de la valorización del inventario, y que el 20 % restante debe dividirse entre las zonas B y C, tomando porcentajes muy cercanos al 15 % y el 5 % del valor del *stock* para cada zona respectivamente. Otros textos suelen asociar las zonas A, B y C con porcentajes respectivos del valor de los inventarios del 60 %, 30 % y el 10 %. Sin embargo, el primer caso es mucho más común, por el hecho de la conservación del principio 80-20. Vale la pena recordar que, si bien los valores anteriores son una guía aplicada en muchas organizaciones, cada organización y sistema de inventarios tiene sus particularidades, y que quién aplique cada principio de ponderación debe estar sumamente consciente de la realidad de su empresa.

2.2.9.2.1. Control para zonas A

Las unidades pertenecientes a la zona A requieren del grado de rigor más alto posible en cuanto a control. Esta zona corresponde a aquellas unidades que presentan una parte importante del valor total del inventario. El máximo control puede reservarse a las materias primas que se utilicen en forma continua y en volúmenes elevados. Para esta clase de materia prima los

agentes de compras pueden celebrar contratos con los proveedores que aseguren un suministro constante y en cantidades que equiparen la proporción de utilización, tomando en cuenta medidas preventivas de gestión del riesgo como los llamados proveedores B. La zona A en cuanto a gestión del almacenes debe de contar con ventajas de ubicación y espacio respecto a las otras unidades de inventario, estas ventajas son determinadas por el tipo de almacenamiento que utilice la organización.

2.2.9.2.2. Control para zonas B

Las partidas B deberán ser seguidas y controladas mediante sistemas computarizados con revisiones periódicas por parte de la administración. Los lineamientos del modelo de inventario son debatidos con menor frecuencia que en el caso de las unidades correspondientes a la zona A. Los costos de faltantes de existencias para este tipo de unidades deberán ser moderados a bajos y las existencias de seguridad deberán brindar un control adecuado con el quiebre de *stock*, aun cuando la frecuencia de órdenes es menor.

2.2.9.2.3. Control para zonas C

Esta es la zona con mayor número de unidades de inventario, por ende, un sistema de control diseñado, pero de rutina es adecuado para su seguimiento. Un sistema de punto de reórden que no requiera de evaluación física de las existencias suele ser suficiente.

2.2.9.3. ¿Cómo realizar la clasificación ABC?

La clasificación ABC se realiza con base en el producto, el cual expresa su valor por unidad de tiempo (regularmente anual) de las ventas de cada ítem i , donde:

D_i = demanda anual del ítem i (unidades/año)

v_i = valor (costo) unitario del ítem i (unidades monetarias/unidad)

Valor total i = $D_i * v_i$ (unidades monetarias/año)

Antes de aplicar el anterior ejercicio matemático a los ítems es fundamental establecer los porcentajes que harán que determinadas unidades se clasifiquen en sus respectivas zonas (A, B o C).

Luego de aplicarse las operaciones para determinar la Valorización de los artículos, se procede a calcular el porcentaje de participación de los artículos, según la valorización (suele usarse también en cantidad, participación en cantidad). Este ejercicio se efectúa dividiendo la valorización de cada ítem entre la suma total de la valorización de todos los ítems. luego se precede a organizar los artículos de mayor a menor según sus porcentajes, ahora estos porcentajes se acumulan. por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio porcentual determinado en la primera parte del método. De esta manera quedan establecidas las unidades que pertenecen a cada zona.

2.2.9.4. Aplicación de clasificación ABC para productos refrigerados

A continuación, se presentan los siguientes datos relacionados con el inventario de productos de la bodega refrigerada:

Tabla XI. **Demanda anual y precio unitario de productos refrigerados**

| Producto | Demanda anual | Valor del producto |
|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| Aderezo ranch | 221 | Q 371,56 |
| Base p/smothies coc | 260 | Q 57,46 |
| Base p/smothies fre | 440 | Q 57,46 |
| Base p/smothies man | 372 | Q 57,46 |
| Base p/smothies nar | 163 | Q 344,75 |
| Base p/smothies trop | 139 | Q 344,75 |
| Champiñones enteros | 3 472 | Q 38,65 |
| Chorizo extremeño | 579 | Q 28,21 |
| Concentrado horchata | 109 | Q 278,92 |
| Concentrado tamarindo | 102 | Q 278,92 |
| Crema caja | 1 278 | Q 594,40 |
| Crema litro | 895 | Q 609,30 |
| Huevo líquido | 3 680 | Q 74,33 |
| Huevos | 1 916 | Q 310,26 |
| Jamon ahumado | 2 578 | Q 111,31 |
| Jamon cerdo | 10 082 | Q 15,67 |
| Jamon pavo | 1 013 | Q 27,69 |
| Queso amarillo A | 381 | Q 705,13 |
| Queso amarillo B | 895 | Q 141,05 |
| Queso blanco | 237 | Q 705,13 |
| Queso de capas | 3327 | Q 28,72 |
| Sirope de café | 141 | Q 282,99 |
| Tocino en trocitos | 7 137 | Q 25,07 |
| Yogurt fresa | 481 | Q 24,03 |
| Yogurt natural | 458 | Q 22,72 |

Fuente: elaboración propia.

2.2.9.4.1. Criterios porcentuales respecto a la valorización

Los criterios porcentuales respecto a la valorización son: ítems clase A = 74 %, ítems clase B = 21 %, ítems clase C = 5 % del total de las ventas. El paso siguiente es generar la valorización total de los inventarios (demanda anual * valor del artículo).

Tabla XII. **Valor total del inventario anual de productos refrigerados**

| Producto | | Valor total quetzales/año |
|-----------------------|---|---------------------------|
| Aderezo ranch | Q | 82 232,84 |
| Base p/smothies coc | Q | 14 917,38 |
| Base p/smothies fre | Q | 25 296,66 |
| Base p/smothies man | Q | 21 401,99 |
| Base p/smothies nar | Q | 56 123,89 |
| Base p/smothies trop | Q | 47 984,60 |
| Champiñones enteros | Q | 134 193,28 |
| Chorizo extremeño | Q | 16 329,81 |
| Concentrado horchata | Q | 30 474,77 |
| Concentrado tamarindo | Q | 28 543,87 |
| Crema caja | Q | 759 533,25 |
| Crema litro | Q | 545 283,88 |
| Huevo liquido | Q | 273 494,86 |
| Huevos | Q | 594 523,19 |
| Jamon ahumado | Q | 286 929,93 |
| Jamon cerdo | Q | 157 962,81 |
| Jamon pavo | Q | 28 055,80 |
| Queso amarillo a | Q | 268 394,37 |
| Queso amarillo b | Q | 126 268,33 |
| Queso blanco | Q | 166 916,01 |
| Queso de capas | Q | 95 544,52 |
| Sirope de café | Q | 39 833,54 |
| Tocino en trocitos | Q | 178 936,93 |
| Yogurt fresa | Q | 11 547,33 |
| Yogurt natural | Q | 10 408,76 |

Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es determinar la participación porcentual, y esta se acumula. Luego se ordena de mayor a menor porcentaje del valor total.

Ejemplo: porcentaje del valor total del aderezo ranch = $Q\ 82\ 232,84 / Q\ 4\ 001\ 132,60 = 2,06\ \%$

Tabla XIII. **Porcentaje del valor total de productos refrigerados**

| Producto | | Valor total quetzales/año | Porcentaje del valor total |
|-----------------------|---|------------------------------|-------------------------------|
| Aderezo ranch | Q | 82 232,84 | 2,06 % |
| Base p/smothies coc | Q | 14 917,38 | 0,37 % |
| Base p/smothies fre | Q | 25 296,66 | 0,63 % |
| Base p/smothies man | Q | 21 401,99 | 0,53 % |
| Base p/smothies nar | Q | 56 123,89 | 1,40 % |
| Base p/smothies trop | Q | 47 984,60 | 1,20 % |
| Champiñones enteros | Q | 134 193,28 | 3,35 % |
| Chorizo extremeño | Q | 16 329,81 | 0,41 % |
| Concentrado horchata | Q | 30 474,77 | 0,76 % |
| Concentrado tamarindo | Q | 28 543,87 | 0,71 % |
| Crema caja | Q | 759 533,25 | 18,98 % |
| Crema litro | Q | 545 283,88 | 13,63 % |
| Huevo liquido | Q | 273 494,86 | 6,84 % |
| Huevos | Q | 594 523,19 | 14,86 % |
| Jamon ahumado | Q | 286 929,93 | 7,17 % |
| Jamon cerdo | Q | 157 962,81 | 3,95 % |
| Jamon pavo | Q | 28 055,80 | 0,70 % |
| Queso amarillo A | Q | 268 394,37 | 6,71 % |
| Queso amarillo B | Q | 126 268,33 | 3,16 % |
| Queso blanco | Q | 166 916,01 | 4,17 % |
| Queso de capas | Q | 95 544,52 | 2,39 % |
| Sirope de café | Q | 39 833,54 | 1,00 % |
| Tocino en trocitos | Q | 178 936,93 | 4,47 % |
| Yogurt fresa | Q | 11 547,33 | 0,29 % |
| Yogurt natural | Q | 10 408,76 | 0,26 % |

Fuente: elaboración propia.

Luego se ordena de mayor a menor, según el porcentaje del valor total y se acumula el porcentaje.

Tabla XIV. **Porcentaje del valor total de productos refrigerados**

| Producto | Valor total quetzales/año | Porcentaje del valor total | Porcentaje acumulado |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Crema caja | Q 759 533,25 | 18,98 % | 18,98 % |
| Huevos | Q 594 523,19 | 14,86 % | 33,84 % |
| Crema litro | Q 545 283,88 | 13,63 % | 47,47 % |
| Jamon ahumado | Q 286 929,93 | 7,17 % | 54,64 % |
| Huevo liquido | Q 273 494,86 | 6,84 % | 61,48 % |
| Queso amarillo A | Q 268 394,37 | 6,71 % | 68,18 % |
| Tocino en trocitos | Q 178 936,93 | 4,47 % | 72,66 % |
| Queso blanco | Q 166 916,01 | 4,17 % | 76,83 % |
| Jamon cerdo | Q 157 962,81 | 3,95 % | 80,78 % |
| Champiñones enteros | Q 134 193,28 | 3,35 % | 84,13 % |
| Queso amarillo B | Q 126 268,33 | 3,16 % | 87,29 % |
| Queso de capas | Q 95 544,52 | 2,39 % | 89,67 % |
| Aderezo ranch | Q 82 232,84 | 2,06 % | 91,73 % |
| Base p/smothies nar | Q 56 123,89 | 1,40 % | 93,13 % |
| Base p/smothies trop | Q 47 984,60 | 1,20 % | 94,33 % |
| Sirope de café | Q 39 833,54 | 1,00 % | 95,33 % |
| Concentrado horchata | Q 30 474,77 | 0,76 % | 96,09 % |
| Concentrado tamarindo | Q 28 543,87 | 0,71 % | 96,80 % |
| Jamon pavo | Q 28 055,80 | 0,70 % | 97,50 % |
| Base p/smothies fre | Q 25 296,66 | 0,63 % | 98,14 % |
| Base p/smothies man | Q 21 401,99 | 0,53 % | 98,67 % |
| Chorizo extremeño | Q 16 329,81 | 0,41 % | 99,08 % |
| Base p/smothies coc | Q 14 917,38 | 0,37 % | 99,45 % |
| Yogurt fresa | Q 11 547,33 | 0,29 % | 99,74 % |
| Yogurt natural | Q 10 408,76 | 0,26 % | 100,00 % |
| Total | Q4 001 132,60 | 100 % | |

Fuente: elaboración propia.

Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio definido en el inciso 2.2.9.4.1.

Tabla XV. **Matriz para la clasificación de productos**

| Producto | Valor total quetzales/año | Porcentaje del valor total | Porcentaje acumulado | Clasificación ABC |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Crema caja | Q 759 533,25 | 18,98 % | 18,98 % | A |
| Huevos | Q 594 523,19 | 14,86 % | 33,84 % | |
| Crema litro | Q 545 283,88 | 13,63 % | 47,47 % | |
| Jamon ahumado | Q 286 929,93 | 7,17 % | 54,64 % | |
| Huevo liquido | Q 273 494,86 | 6,84 % | 61,48 % | |
| Queso amarillo A | Q 268 394,37 | 6,71 % | 68,18 % | |
| Tocino en trocitos | Q 178 936,93 | 4,47 % | 72,66 % | |
| Queso blanco | Q 166 916,01 | 4,17 % | 76,83 % | B |
| Jamon cerdo | Q 157 962,81 | 3,95 % | 80,78 % | |
| Champiñones enteros | Q 134 193,28 | 3,35 % | 84,13 % | |
| Queso amarillo B | Q 126 268,33 | 3,16 % | 87,29 % | |
| Queso de capas | Q 95 544,52 | 2,39 % | 89,67 % | |
| Aderezo ranch | Q 82 232,84 | 2,06 % | 91,73 % | |
| Base p/smothies nar | Q 56 123,89 | 1,40 % | 93,13 % | |
| Base p/smothies trop | Q 47 984,60 | 1,20 % | 94,33 % | C |
| Sirope de café | Q 39 833,54 | 1,00 % | 95,33 % | |
| Concentrado horchata | Q 30 474,77 | 0,76 % | 96,09 % | |
| Concentrado tamarindo | Q 28 543,87 | 0,71 % | 96,80 % | |
| Jamon pavo | Q 28 055,80 | 0,70 % | 97,50 % | |
| Base p/smothies fre | Q 25 296,66 | 0,63 % | 98,14 % | |
| Base p/smothies man | Q 21 401,99 | 0,53 % | 98,67 % | |
| Chorizo extremeño | Q 16 329,81 | 0,41 % | 99,08 % | |
| Base p/smothies coc | Q 14 917,38 | 0,37 % | 99,45 % | |
| Yogurt fresa | Q 11 547,33 | 0,29 % | 99,74 % | |
| Yogurt natural | Q 10 408,76 | 0,26 % | 100,00 % | |

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se resume que en la clasificación A: tiene un total de 7 productos, B: 8 productos y C: 10 productos, los productos de la clasificación A son los que representan el 74 % del total de las ventas es decir los productos estrella, los artículos de la clasificación B representan el 21 % de las ventas y por último la clasificación C que tiene la mayoría de artículos almacenados pero que para la empresa solo representan el 5 % del total de las ventas. Para el ejemplo anterior se utilizaron los productos refrigerados, para los productos

secos y congelados las clasificaciones asignadas según los cálculos realizados se pueden ver en los apéndices 7, 8 y 9.

2.2.10. Rediseño para las posiciones de almacenamiento

Se pretende rediseñar y asignar cierta cantidad de posiciones de almacenaje fijas para cada clasificación A, B y C de cada bodega, según criterios porcentuales respecto a la valorización del inciso 2.2.9.4.1. En el nuevo diseño se considera que los productos de la clasificación A estén más cerca o al inicio de cada pasillo, seguidos por los productos de la clasificación B y por último los artículos de la clasificación C.

2.2.10.1. Ordenar la bodega según la demanda de productos

Como se había descrito anteriormente, no existe en bodega un almacenamiento según la demanda, lo que dificultaba la preparación de pedidos. En el modelo que se propone, se asignaron posiciones de almacenaje de la siguiente según la tabla XV.

Tabla XVI. **Total de productos clasificados en cada bodega**

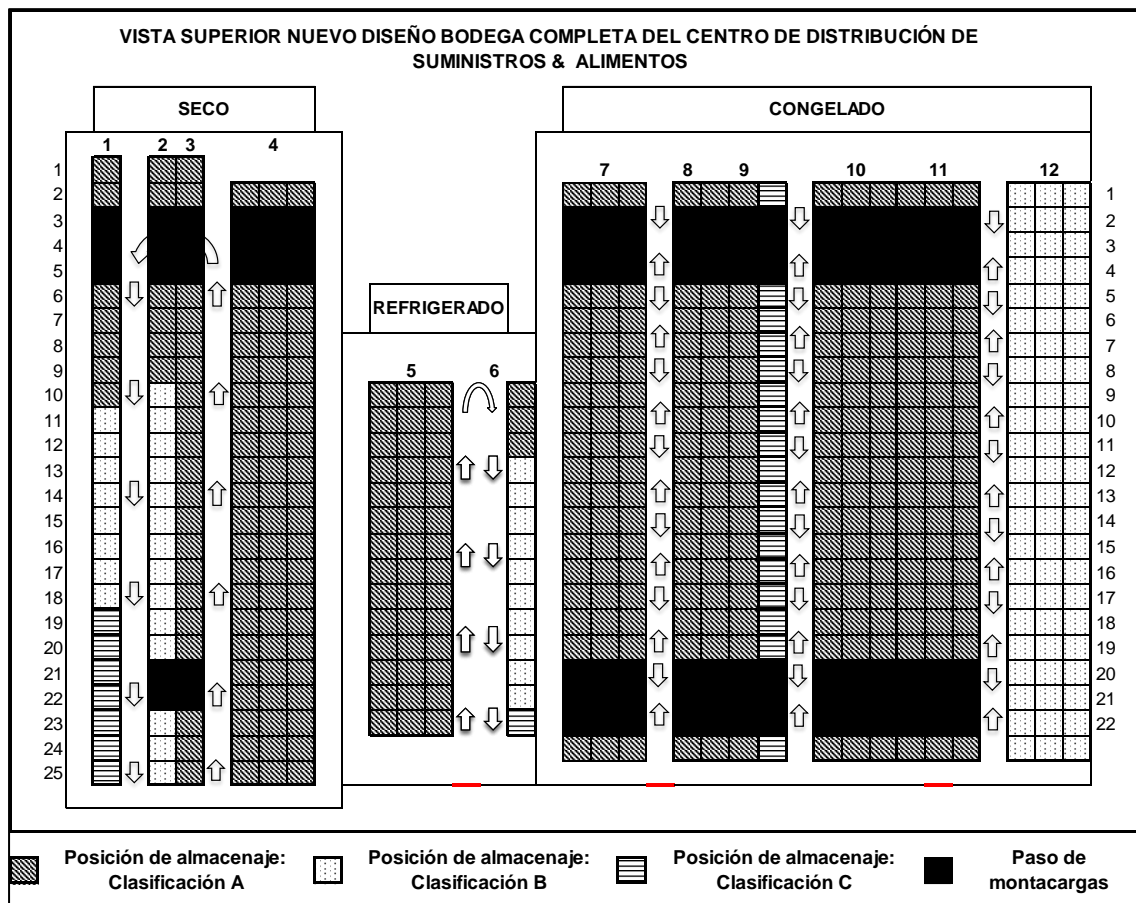
| Bodega | Productos clasificación A 74 % | Productos clasificación B 21 % | Productos clasificación C 5 % | Total 100 % |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Seca | 19 | 36 | 45 | 100 |
| Refrigerada | 7 | 8 | 10 | 25 |
| Congelada | 16 | 42 | 42 | 100 |

Fuente: elaboración propia.

2.2.10.2. Propuesta de un nuevo diseño en posiciones de almacenaje

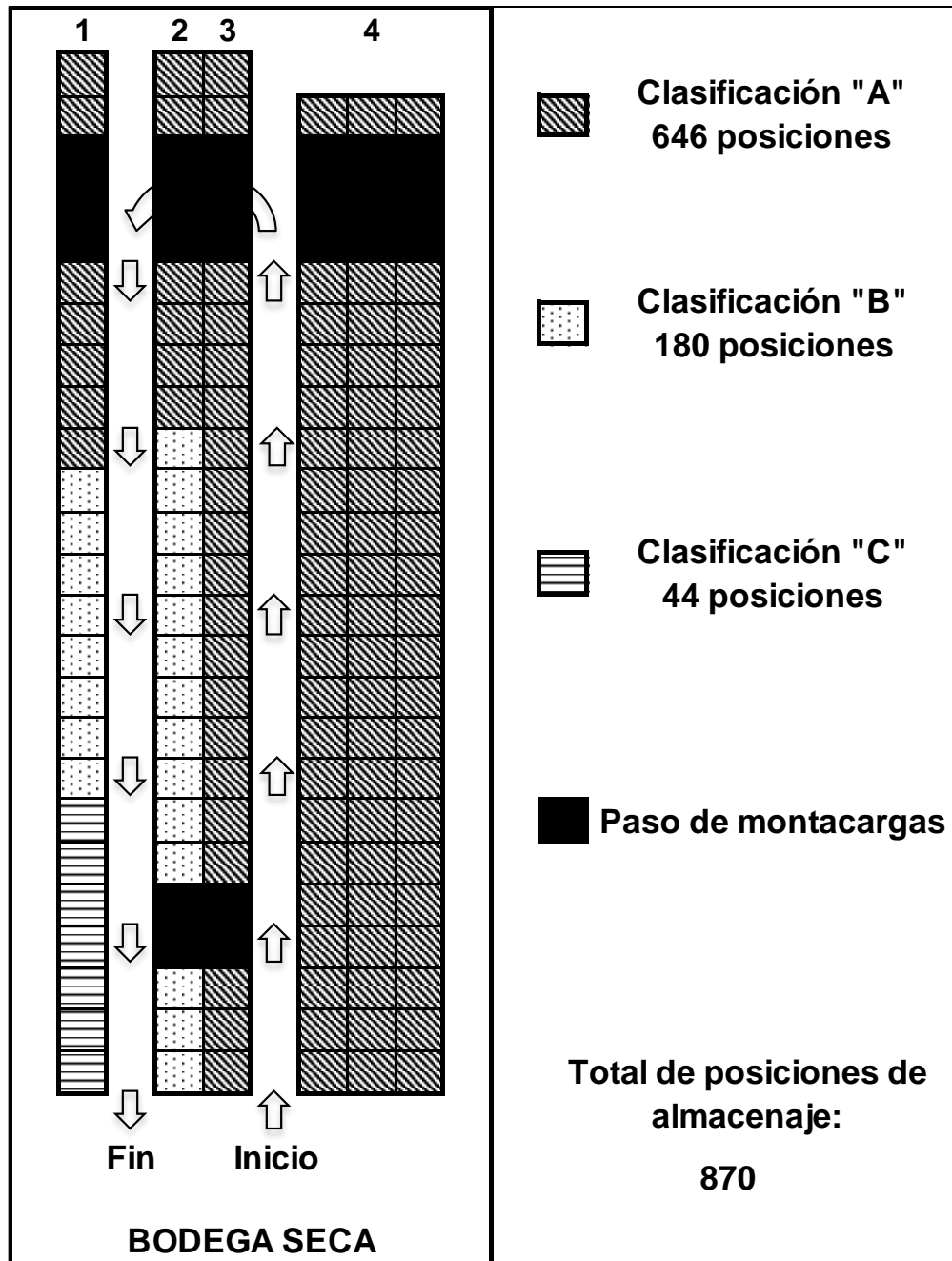
Los nuevos diseños de las posiciones de almacenaje para cada una de las bodegas se describen gráficamente en las figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.

Figura 28. Vista superior del nuevo diseño de bodega completa del centro de distribución de Suministros & Alimentos S. A.



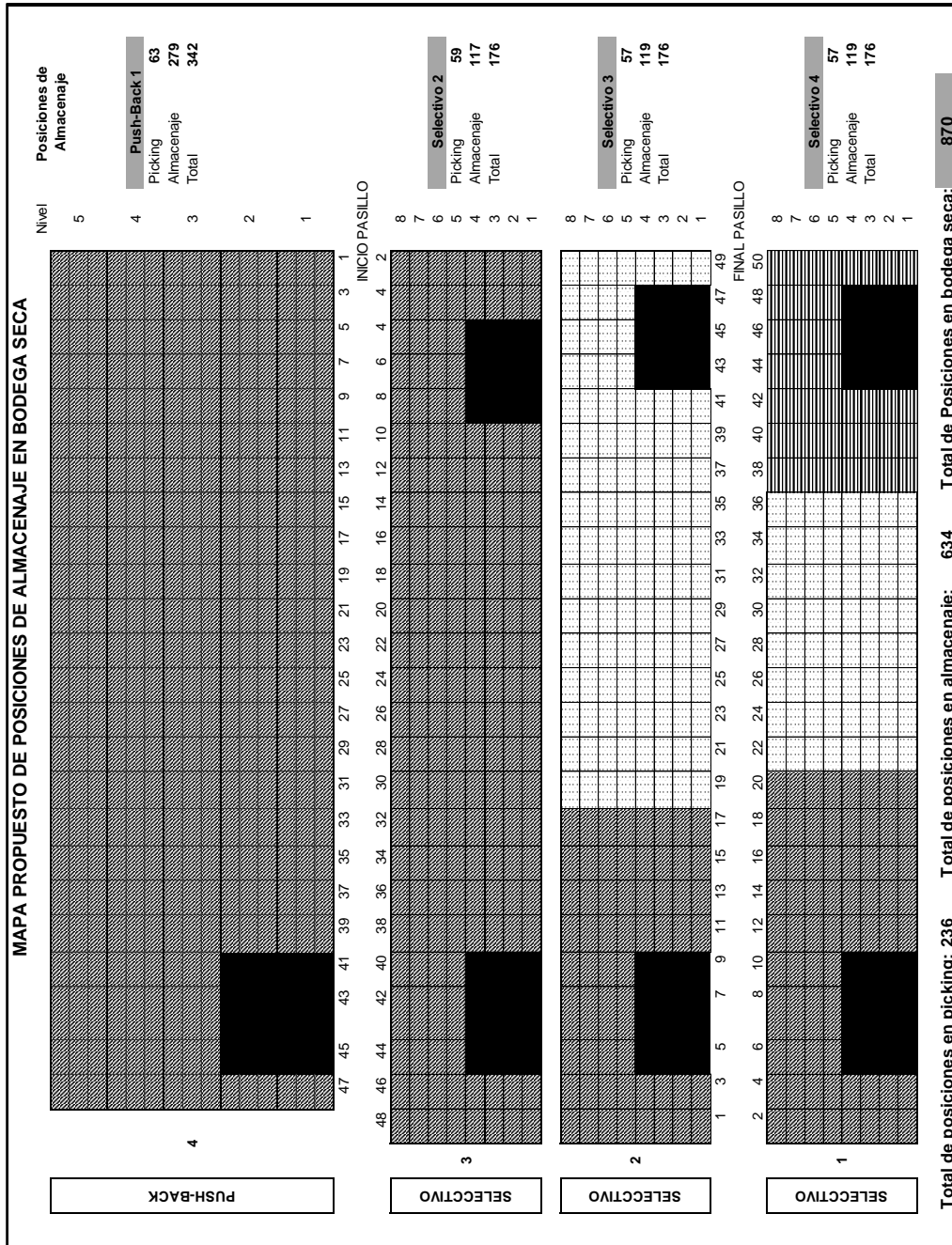
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Nuevo diseño de posiciones de almacenamiento en bodega seca según clasificación ABC



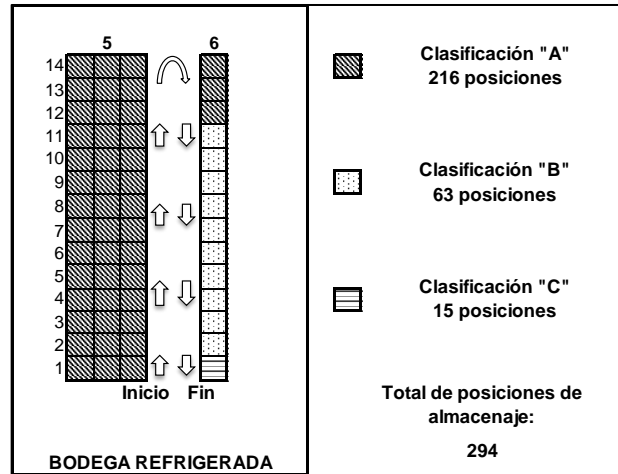
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Mapa propuesto de posiciones de almacenaje en bodega seca vista frontal



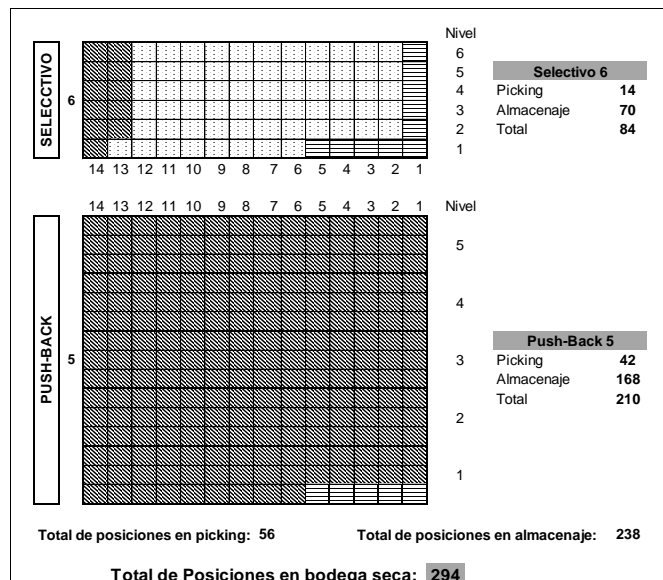
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Nuevo diseño de posiciones de almacenamiento en bodega refrigerada según clasificación ABC**



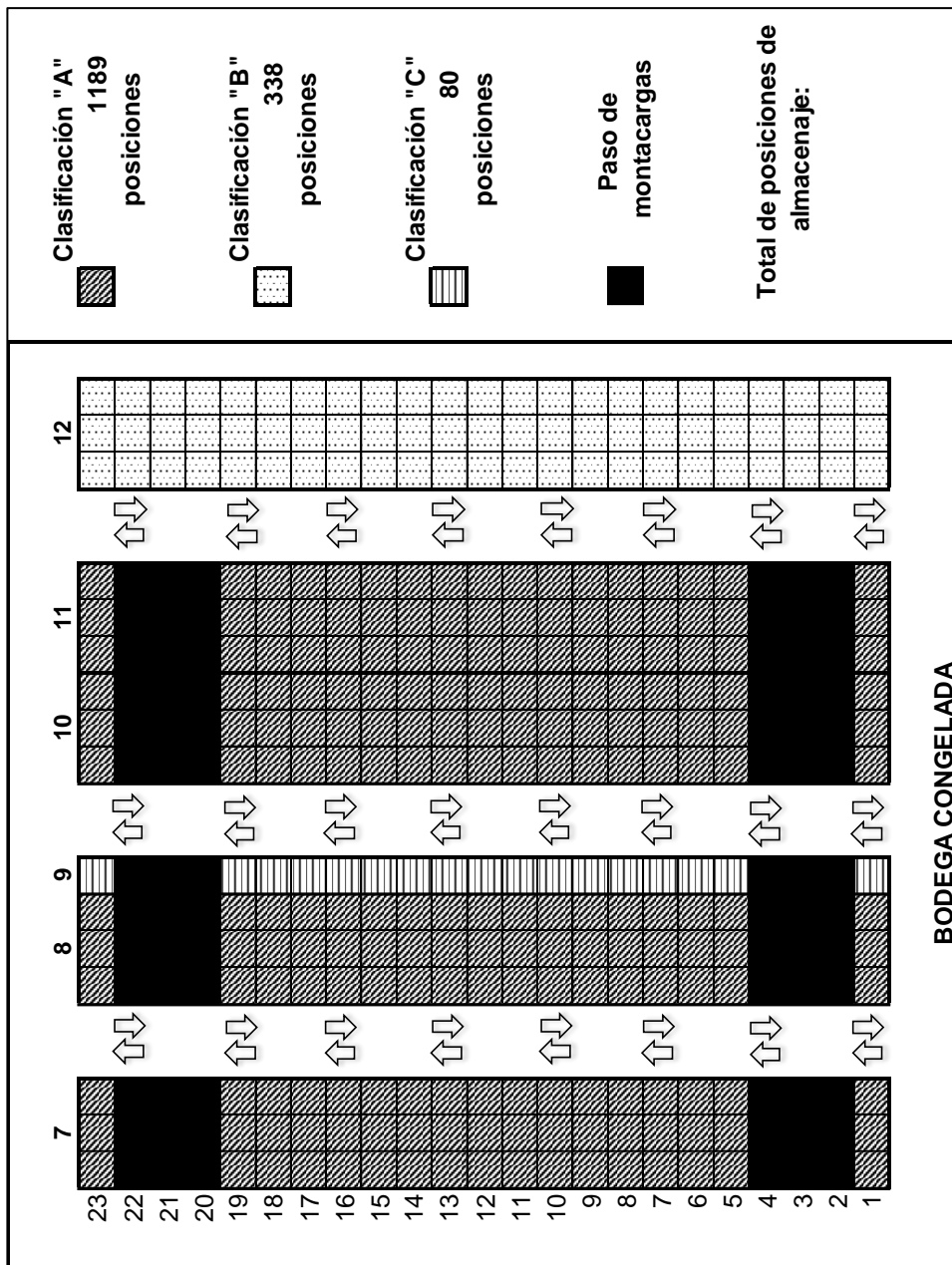
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Mapa propuesto de posiciones de almacenaje en bodega refrigerada vista frontal**



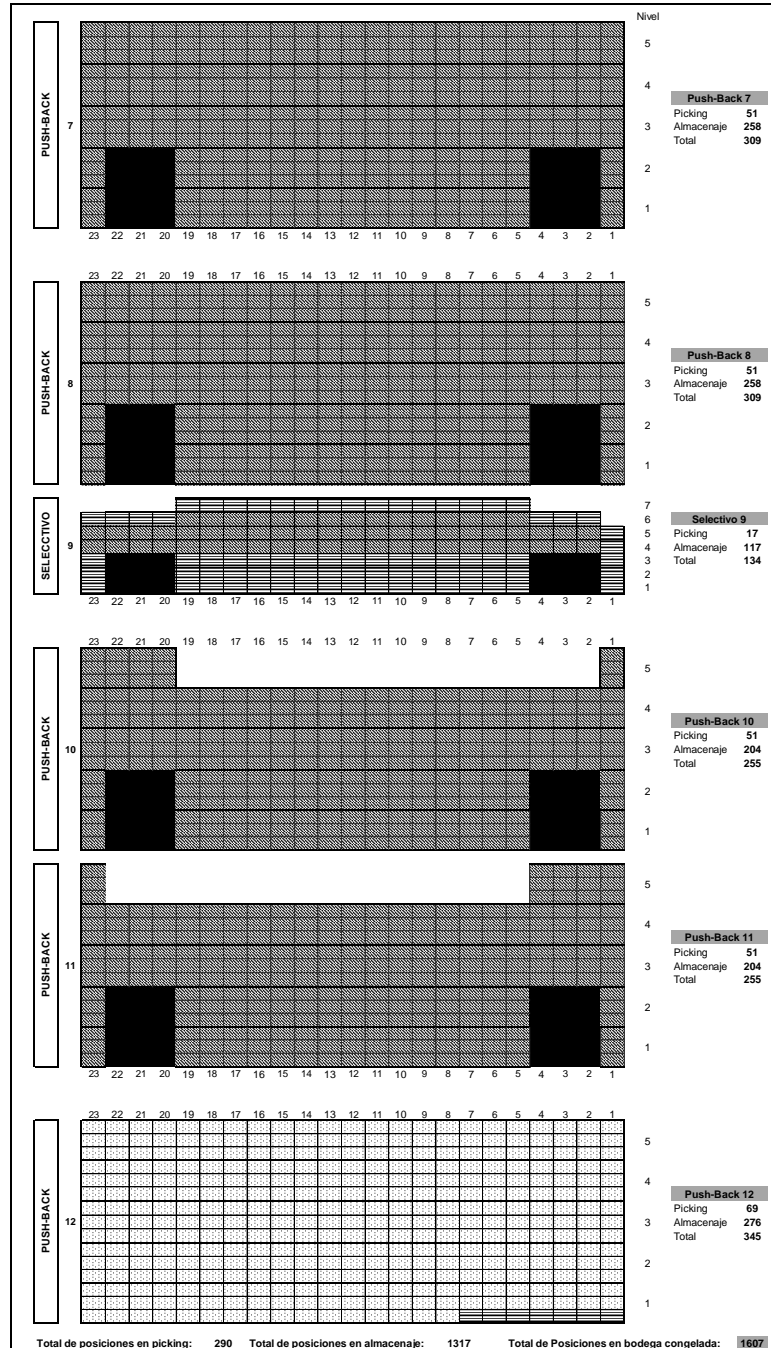
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Vista superior del nuevo diseño de posiciones de almacenamiento en bodega congelada según clasificación ABC



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Mapa propuesto de posiciones de almacenaje en bodega congelada vista frontal



Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Tecnologías que se podrían aplicar para hacer más eficientes los procedimientos de recepción y preparación de pedidos

En el procedimientos de recepción de mercaderías se puede invertir adquiriendo equipos de handhelds y etiquetadoras que permitan la integración de soluciones para codificación, captura y proceso de automatización de datos desde la recepción permitiendo el ingreso inmediato al sistema de cada producto ahorrando así papel y transacciones de ingresos posteriores, con la etiquetadoras se codificarían los lotes y fechas de vencimientos para una adecuada rotación de los productos así como evitar la confusión de un producto por otro y minimizando errores de ingreso. A continuación, se presenta la propuesta de inversión de esta tecnología que ayudaría enormemente en el procedimiento de recepción de productos y preparación de pedidos.

Figura 35. Imágenes de algunos equipos tecnológicos



Fuente: elaboración propia.

En el procedimiento de preparación de pedidos se puede realizar una inversión en un sistema de preparación de pedidos por voz o más conocido por su nombre en inglés *Voice Picking*, este sistema se conocerá también por su marca comercial como *Vocollect Voice*, el cual puede ayudar a identificar formas de reducir costos de operación, mientras apoya una mayor productividad laboral y una mayor precisión de los trabajadores.

Este sistema proporciona beneficios operacionales inmediatos que se desean, sin compromisos de infraestructura multianuales que reducen su flexibilidad para adaptarse a los cambios en el entorno empresarial. Proporciona solución ergonómica que optimiza la voz y el escaneo en un solo dispositivo móvil y aprovecha plenamente el auricular inalámbrico SRX2 con Tecnología *Sound Sense* (sensible al sonido). Para los trabajadores que en ocasiones requieren un escáner para tareas como el registro de entrada de una orden o captura de un número de serie y número de lote, puede incluso agregar a una infraestructura existente tal como *Pick-to-light* y varios ambientes automatizados.

Ventajas del sistema de preparación de pedidos por voz:


- Aumentar la precisión de los pedidos en cantidades iguales o superiores al 99,99 %. Mejora la productividad
- Aplicación en múltiples centros de distribución y almacenes para poder obtener los mejores resultados de ejecución en las actividades de selección de pedidos, incluyendo la selección de caja, unidad y palé.

- Se puede obtener una amortización íntegra de su inversión en sistemas de voz en un período de 9 a 12 meses. Algunos incluso obtienen un retorno de la inversión en tan solo seis meses.
- Ayuda a los distribuidores de ventas al por mayor de alimentos perecederos cumplir de manera rentable y fiable con las normas de trazabilidad del lote.
- Aumenta la productividad del trabajador lo que ayuda a minimizar los plazos de traspaso del muelle a estantería. También puede considerarse una tecnología de difusión que le permite mejorar la capacidad de los procedimientos de las mercancías en el flujo directo y en las operaciones de surtido.
- Permite atender a una variada cartera de clientes con diferentes necesidades y especificaciones
- Reduce significativamente los costes laborales en temporada de mayor demanda ya que reduce el tiempo de formación de trabajadores temporales hasta en un 50 %.
- Permite que los niveles de selección de pedidos sean altos sin sufrir retrasos que causan los procedimientos de control de pedidos intensivos.

2.3. Procedimientos mejorados con tecnologías

A través del análisis previamente descrito, se realizaron mejoras en cada uno de los procedimientos de recepción de producto y preparación de pedidos los procedimientos se describen a continuación.

Figura 36. **Procedimiento mejorado de recepción producto seco**

| | | | |
|---|---|----------|------------|
|  | MANUAL DE OPERACIONES | Código | XX-CD-SE02 |
| | | Remplaza | XX-CD-SE01 |
| | Procedimiento para la Recepción de Productos en bodega seca | Fecha | Marzo 2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

1. OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para las actividades de recepción de los diferentes productos alimenticios y no alimenticios en la bodega seca del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al proceso de recepción de productos alimenticios y no alimenticios que ingresan a la bodega seca del Centro de Distribución.


3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

| Unidad | Responsable | Paso No. | Actividad |
|-----------------------------|--------------------|----------|---|
| Departamento de Operaciones | Auxiliar de bodega | 1 | Inspección visual de camión / contenedor y productos |
| | | 2 | Descarga de productos |
| | | 3 | Realizar el ingreso al sistema de cantidades, lotes y fechas de vencimiento a través de una <i>handheld</i> |
| | | 4 | Toma las etiquetas con su respectivo código RF y rotula cada tarima con productos |
| | | 5 | Coloca las tarimas con productos en área seca a la espera de su almacenaje |

| | |
|---|--|
| Redactado por: Juan Carlos Sosa | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|--|

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Procedimiento de recepción de producto refrigerado o congelado mejorado**

| | | | |
|---|---|----------|------------|
|  | MANUAL DE OPERACIONES | Código | XX-CD-RC02 |
| | | Remplaza | XX-CD-RC01 |
| | <u>Procedimiento para la Recepción de Productos en bodega refrigerada o congelada</u> | Fecha | Marzo 2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

1. OBJETIVO

Establecer los pasos a seguir para las actividades de recepción de los diferentes productos alimenticios y no alimenticios en la bodega seca del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica al proceso de recepción de productos alimenticios y no alimenticios que ingresan a la bodega seca del Centro de Distribución.


3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

| Unidad | Responsable | Paso No. | Actividad |
|-----------------------------|--------------------|----------|---|
| Departamento de Operaciones | Auxiliar de bodega | 1 | Inspección visual de camión / contenedor y productos |
| | | 2 | Toma de temperaturas al producto |
| | | 3 | Descarga de productos |
| | | 4 | Realizar el ingreso al sistema de cantidades, lotes y fechas de vencimiento a través de una <i>handheld</i> |
| | | 5 | Toma las etiquetas con su respectivo código RF y rotula cada tarima con productos |
| | | 6 | Coloca las tarimas con productos en pre-cámara refrigerada a la espera de su almacenaje |

| | |
|---|--|
| Redactado por: Juan Carlos Sosa | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|--|

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Procedimiento de preparación de pedidos mejorado

| | | | |
|---|---|----------|------------|
|  | MANUAL DE OPERACIONES | Código | XX-PR-02 |
| | | Remplaza | XX-PR-01 |
| | Procedimiento para Preparación de Pedidos | Fecha | Marzo 2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

1. OBJETIVO

Establecer procedimientos para la preparación de pedidos en las bodegas del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos, garantizando la rotación del producto y un eficiente control de inventario.

2. ALCANCE

Operaciones de preparación de pedidos de productos en la bodega seca, refrigerada y congelada del Centro de Distribución de Suministros & Alimentos.

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

| Unidad | Responsable | Paso No. | Actividad |
|-----------------------------|-------------------------------|----------|--|
| Departamento de Operaciones | Asesor de servicio al cliente | 1 | Recibe el pedido y lo ingresa al sistema |
| | Supervisor de bodega | 2 | Los pedidos ingresados al sistema, son almacenados en el sistema <i>Vocollect</i> , que es un sistema integrado de preparación por voz. |
| | Auxiliar de bodega | 3 | Prepara los pedidos según indicaciones del sistema <i>Vocollect</i> en una ruta lógica del <i>picking</i> donde se puedan colocar los productos más pesados abajo y los más livianos en la parte de arriba |
| | | 4 | Flejar cada tarima con suficiente <i>stretch film</i> para evitar que las cajas con productos se caigan o dañen durante el transporte. |
| | | 5 | Rotula cada tarima con indicaciones del destinatario |
| | | 6 | Transporta tarimas listas y las coloca en una <i>mezzanine</i> de precarqa |

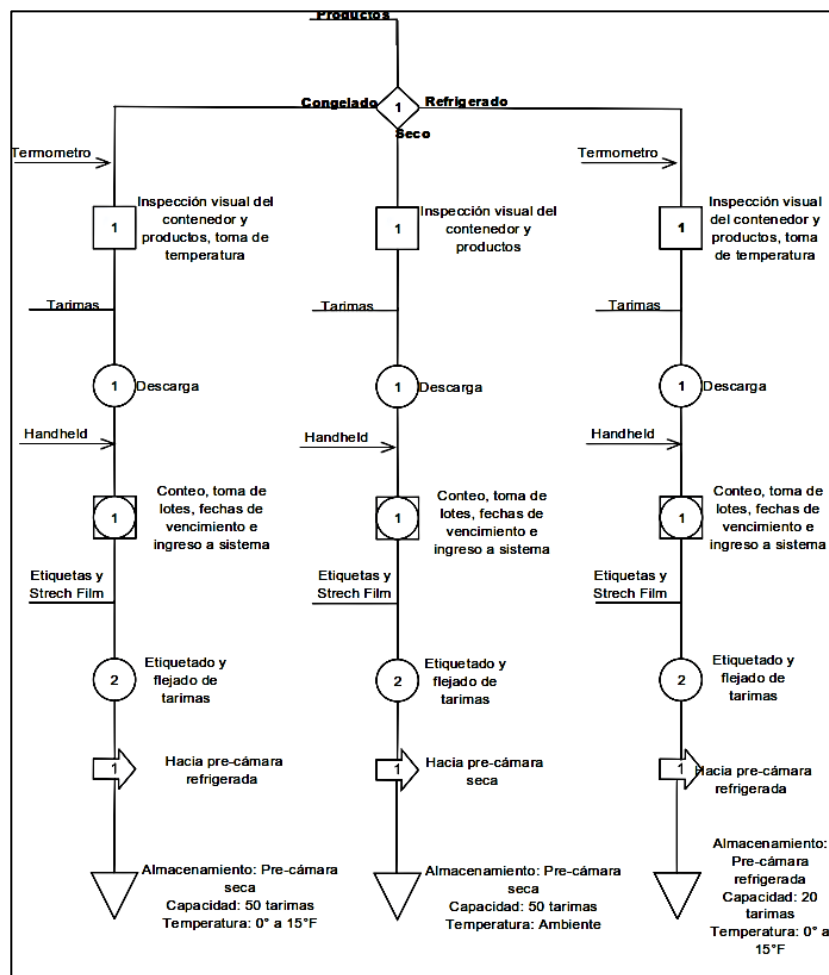
| | |
|---|--|
| Redactado por: Juan Carlos Sosa | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|--|

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.1. Diagramas de operaciones mejorados

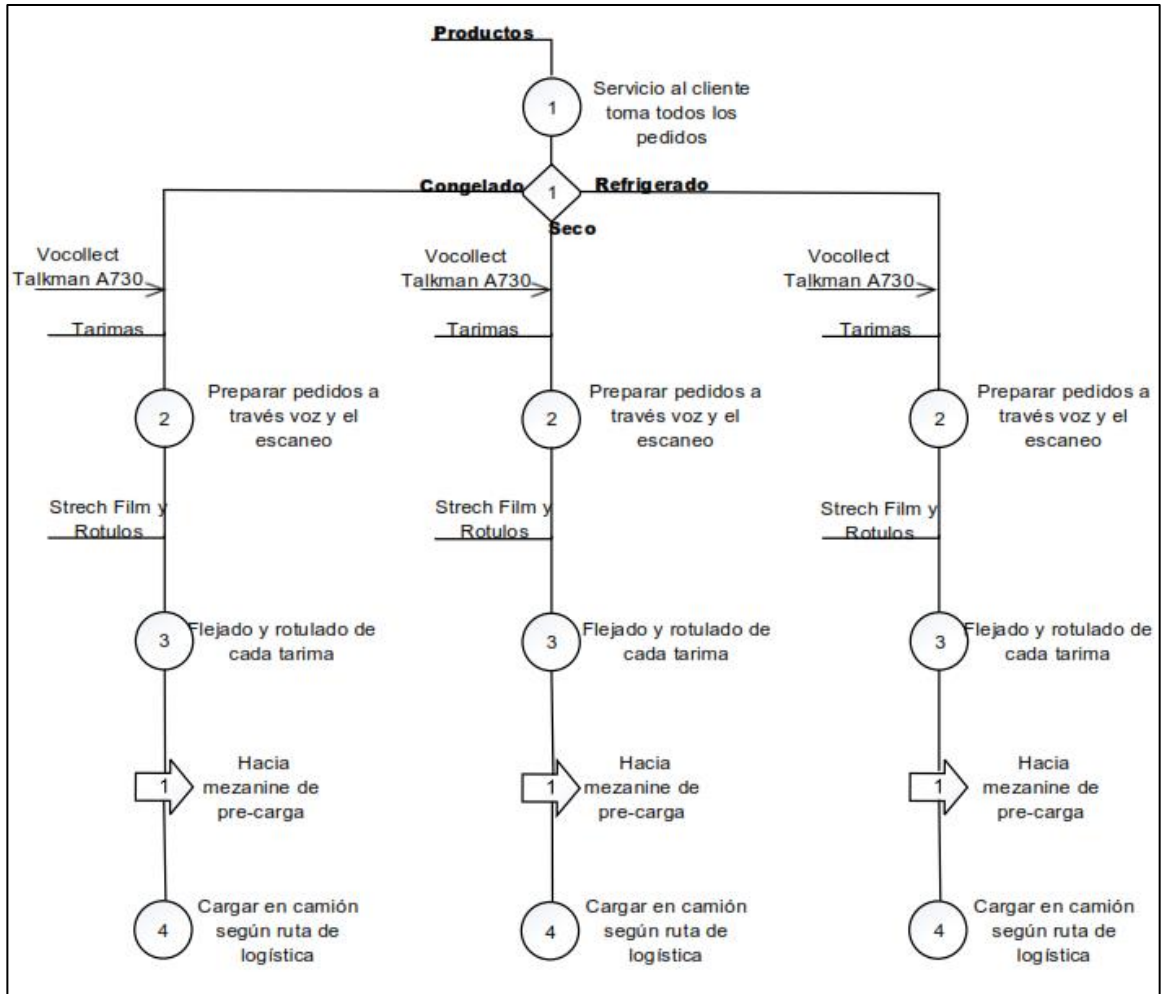
Según el análisis realizado, se realizó una nueva propuesta en el flujograma de operaciones en los procedimientos de recepción de producto y de preparación de pedidos. Ambos procedimientos se describen en las figuras 39 y 40.

Figura 39. **Flujograma de operaciones del procedimiento propuesto de recepción de producto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Flujograma de operaciones del procedimiento propuesto de preparación de pedidos**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Seguridad industrial

Para operar dentro de las bodegas seca, refrigerada y congelada se utilizan distintos equipos de seguridad industrial, siendo la bodega congelada la que requiere de mayores cuidados del personal debido a que la exposición

laboral a ambientes fríos depende fundamentalmente de la temperatura y velocidad del aire conllevando que en determinadas condiciones, la temperatura del cuerpo humano pueda disminuir, existiendo así el riesgo de estrés por frío.

A partir de ese momento el cuerpo reacciona para generar calor internamente mediante dos mecanismos:

- Aumento involuntario de la actividad metabólica: tiritera.
- Disminución de flujo de sangre a la superficie del cuerpo: vasoconstricción.

Los efectos nocivos que el frío ocasiona, pueden afectar al trabajador tanto fisiológicamente como en el rendimiento y efectividad en su puesto de trabajo, como se describe en la siguiente tabla XVII.

Tabla XVII. **Efectos sobre la salud ocasionados por la exposición en ambientes fríos sin equipo de protección personal**

| | |
|----------------------|---|
| Efectos fisiológicos | <ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación, entumecimiento o escalofríos. • Congelación de los miembros más alejados del núcleo central. Sobre todo, cara, dedos de manos y pies. • Hipotermia, que es el efecto más peligroso generando escalofríos violentos, confusión, arrastre de palabras al hablar, alucinaciones, debilitación del pulso y pérdida de conocimiento. |
| Efectos productivos | <ul style="list-style-type: none"> • Descenso notable en la destreza general y en la habilidad manual. • Disminución de la agudeza visual y auditiva. • Torpeza de movimientos y lentitud de reacción |

Fuente: Universidad Virtual de La Rioja. *Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.*

http://sig.educvirtual.org/pdf/5/9/1/SEGURIDAD_UC14-

Seguridad_para_Plantas_e_Instalaciones_Frigorificas.pdf. Consulta: 24 de febrero de 2018.

2.3.2.1. Equipos de protección personal recomendados

Por las razones anteriores, se recomienda el uso del equipo de protección personal que se describe a continuación, como parte de los protocolos de seguridad industrial de la empresa.

- Casco de seguridad industrial (figura 38): sirven para proteger o al menos reducir la gravedad de los daños, en la cabeza y cervical, causados por:
 - Golpes o perforaciones por la caída de herramientas, tornillos, fragmentos de metal y otros objetos.
 - Choques contra objetos filosos o lacerantes.
 - Golpes en la cabeza por la caída del trabajador.
 - Descargas eléctricas.
 - Quemaduras por metales fundidos, líquidos calientes o corrosivos.

Figura 41. Casco de seguridad industrial



Fuente: Cámara Argentina de Seguridad. *Marcación del casco de seguridad*. <http://epp.cas-seguridad.org.ar/marco-legal/marcacion-del-casco-de-seguridad/>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Guantes para frío (figura 42): un guante protege la mano o una parte de ella contra riesgos. En este caso se requiere de guantes de protección para riesgos térmicos. Pueden ser de varios materiales, generalmente se utilizan de algodón cubiertos con PVC.

Figura 42. **Guantes para frío**



Fuente: AFALPI S.A. *Guante textil PVC para frío*. <https://www.afalpi.com/products/Guante-textil-PVC-para-Frio/107826>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Pasamontañas térmico (figura 43): brinda protección térmica para el rostro y vías respiratorias.

Figura 43. **Pasamontañas térmico**



Fuente: Puerto viejo S.A. *Gorros-y-pasamontañas*. <http://www.puertoviejosa.cl/categoria-producto/proteccion-termica-alta-montana/gorros-y-pasamontanas/>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Cinturón de fuerza (figura 44): es usado para reducir la fuerza sobre la espina dorsal, incrementar la presión abdominal, mantener alineada la espalda y reducir los esfuerzos mecánicos durante el levantamiento.

Figura 44. **Cinturón de fuerza**



Fuente: Legion Safety. *Tend back*. <https://www.legionsafety.com/occunomix-720-premium-x-tend-back-support-belt.html>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Botas para frío (figura 45): es un calzado de uso profesional que proporciona protección para bajas temperaturas y contra impactos en la parte de los dedos, generalmente son fabricadas en piel, con forros interiores borrega térmicos, suela antiderrapante.

Figura 45. **Botas para frío**



Fuente: Impermexa. *Equipo de seguridad*. <https://www.impermexa.com/equipo-de-seguridad/ropa-para-cuartos-frios/>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Traje para frío (figura 46): conocido también como chamarra térmica, fabricada en tres telas, nylon en exterior impermeable, relleno de poliéster y forro de felpa, diseñada para temperaturas hasta de -50 °C.

Figura 46. **Traje para frío**



Fuente: Impermexa. *Equipo de seguridad*. <https://www.impermexa.com/equipo-de-seguridad/ropa-para-cuartos-frios/>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Overol para frío (figura 47): con las mismas características textiles del traje para frío, puede soportar hasta -20 °C.

Figura 47. **Overol para frío**



Fuente: Impermexa. *Equipo de seguridad*. <https://www.impermexa.com/equipo-de-seguridad/ropa-para-cuartos-frios/>. Consulta: 24 de febrero de 2018.

- Arnés industrial y líneas de vida (figura 48): es parte de un sistema o equipo de protección para detener la caída libre severa de una persona, siendo su uso obligatorio para todo el personal que trabaje en altura a 1,80 metros o más. Se utiliza especialmente en aquellos casos en que la persona deba trasladarse o moverse de un lado a otro en alturas a 1,80 metros o superiores.

Está compuesto de correas, cintas tejidas de nylon, poliéster o de otro tipo que se aseguran alrededor de cuerpo de una persona, de tal manera que en caso de sufrir una caída libre, las fuerzas de la carga de impacto que se generan al frenar una caída, se distribuyan a través de las piernas, caderas, el pecho y los hombros dirigiendo las presiones hacia arriba y hacia afuera.

La línea de vida (o línea de sujeción) es un componente de un sistema o equipo de protección para limitar y detener una caída, restringiendo el movimiento del trabajador o limitando la caída del usuario.

Figura 48. **Arnés industrial**



Fuente: Paritarios. *Trabajos en altura*.

http://www.paritarios.cl/especial_epp_trabajos_en_altura2.htm. Consulta: 24 de febrero de 2018.

2.3.3. Costos de la propuesta

Para la propuesta descrita en este trabajo se realizaron las siguientes estimaciones de costo con el objeto principal de optimizar las condiciones de trabajo.

2.3.3.1. Costos totales de sistema óptimo versus sistema actual

Para comparar estos costos tomaremos el ejemplo de la Papa Crispy C con los datos anteriormente calculados con el sistema óptimo propuesto en los incisos 2.2.4.2. y 2.2.4.3. y compararlo con los costos actuales para esto necesitamos saber cuál es el costo total actual:

Solución:

$$r = 53\,810 \text{ unidades/año}$$

$$C_3 = \$ 500 = Q 3\,750$$

$$C_1 = \$ 2,03 \text{ unidad/día} * Q 7,5 * 360 / 63 = Q 87 \text{ unidad/año}$$

Política actual Q' se le agota cada mes o sea $1/12$ año $1/12 = Q' / 53\,810$

$$Q' = 4\,484 \text{ (política actual)}$$

$$CT: Q 8\,777\,012,17/\text{año}$$

Ahora comparamos el costo anterior versus la propuesta de optimización con suavizado exponencial con una constante de suavizado $\alpha = 0,8$ y método de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos. Con los datos obtenidos en los incisos 2.2.4.2. y 2.2.4.3.

- -La cantidad óptima de pedido

$$Q = \sqrt{\frac{2(53407)(3750)}{87}} \approx 2,146 \text{cajas}$$

- El tiempo entre pedidos

$$t = \frac{Q}{r} = \frac{2146}{53407} = 1/30 \text{ año} \times 360 \text{ días/año} \approx 15 \text{ días}$$

- El número de pedidos por año

$$N = \frac{r}{Q} = 53407 / 2146 = 25 \text{ pedidos por año}$$

- El costo total por año

$$\text{CostoTotal} = \frac{C_3 r}{Q} + \frac{C_1 Q}{2} + pr$$

$$CT_{\text{optimo}} = \frac{(3750)(53407)}{2146} + \frac{(87)(2146)}{2} + 158,65 * 53407 = Q8473247,33/\text{año}$$

Diferencia de Q 117 087,62 por lo tanto se ahorra mucho más cuando se aplica la política óptima

2.3.3.2. Costos de inversión en tecnología

Se cotizaron las tecnologías a implementar, a corto plazo los sistemas de lectores de código de barras y a largo plazo el sistema Vocollect, como se indican en las tablas XVIII y XIX.

Tabla XVIII. **Costos de lectores de código de barras**

| Cantidad | Descripción | precio unitario | precio total |
|-----------------|--|------------------------|---------------------|
| 1 | Lector de código de barras industrial inalámbrico 1D/2D, Imager, BT, Incluye cable USB (7 pies), base de comunicación y fuente de poder, | Q 8 745,00 | Q 8 745,00 |
| 2 | Lector de código de barras industrial inalámbrico 1D/2D Imager, BT, Incluye cable USB (7 pies), base de comunicación y fuente de poder, | Q 7 995,00 | Q 15 990,00 |
| Total | | | Q 24 735,00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Costos del sistema Vocollect**

| Cantidad | Descripción | Precio total |
|-----------------------------|--|---------------------|
| Hardware | | |
| 20 | Terminal Vocollect A710 | US\$.94 974,29 |
| 20 | Headsets Vocollect SRX2 | |
| 1 | Cargador tipo de 6 posiciones Dock para A710 y 4 de 12 posiciones para baterías spare | |
| 2 | Cargador de 20 posiciones para batería de SRX2 | |
| Software | | |
| 1 | Licenciamiento de software para 20 usuarios que incluye por usuario: <ul style="list-style-type: none"> • VoiceConsole • VoiceDirect for SAP • VoiceCatalyst • Sistema de Productividad en Linea | US\$.95 000,00 |
| Contrato de software | | |
| 1 | Contrato de mantenimiento para 20 usuarios en los sistemas a 3 años <ul style="list-style-type: none"> • VoiceDirect for SAP • VoiceConsole • VoiceCatalyst • Sistema de Productividad en Linea | US\$.22 180,00 |
| Contrato de hardware | | |
| 1 | Contrato de mantenimiento para todo el hardware por 3 años, que incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Terminales Vocollect A710 • Cargadores Vocollect Talkman A710 | |

Continuación de la tabla XIX.

| | | |
|---|--|------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Headsets Vocollect SRX2 • Cargadores SRX2 | US\$.24 000,00 |
| | Implementación | |
| 1 | Implementación para 1 localidad (a implementarse en Guatemala), que incluye <ul style="list-style-type: none"> • Instalación de servidores y configuración • Etiquetado • Entrenamientos • ABAP • Diseño / desarrollo / optimización de flujos de procedimientos con Vocollect • Acompañamiento en salida hasta salida en vivo | US\$.113 845,71 |
| | Total | US\$.350 000,00 |

Fuente: elaboración propia.

Pese a los elevados costos del sistema Vocollect, se prevé un incremento de la productividad y en la exactitud del manejo de inventarios. El retorno de la inversión está estimado para largo plazo, por lo que la empresa deberá evaluar la inversión.

2.3.3.3. Costos de esta propuesta

Al integrar los costos de los diferentes elementos necesarios para implementar todas las propuestas dentro de la empresa Suministros & Alimentos, tomando como unidad monetaria el quetzal, como se indica en la tabla XIII.

Tabla XX. **Costo total de las propuestas realizadas**

| Propuesta realizada | Costo estimado |
|---|-----------------------|
| Costo de los lectores de código de barras | Q 24 735,00 |
| Costo del sistema <i>Vocollet</i> | Q 2 590 000,00 |
| Costo de las capacitaciones | Q 600,00 |
| Total | Q 2 615 335,00 |

Fuente: elaboración propia.

3. PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LAS BODEGAS DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

En el capítulo descrito a continuación se propone el estudio de las luminarias existentes para que éstas sean sustituidas por otro tipo de luminarias y tecnologías para todas las bodegas que permitan minimizar los costos de operación y el ahorro de energía como parte de una producción más limpia.

3.1. Situación actual

Actualmente se puede observar que la iluminación en todos los pasillos tiene el mismo diseño en cada bodega, en total son 2 pasillos en la bodega seca, 1 pasillo en la bodega refrigerada y 3 pasillos en la bodega congelada para hacer un total de seis pasillos con 11 lámparas de 8 tubos cada una en todo el largo de cada pasillo. Las dimensiones son iguales en cada pasillo con 32 m de largo, 3,20 m de ancho, la altura del piso hasta el techo es de 13 m, la altura del techo a las lámparas es de 1 m. También tienen la misma cantidad de lámparas, el color del piso es gris, respecto al color de las paredes y techo son de color blanco pero para efectos del cálculo en el flujo lumínico se tomara en cuenta que las paredes son de color café, ya que la luz que se refleja sería sobre las cajas almacenadas en los racks y el color de estas por lo general son de café.

Al tomar las mediciones con el luxómetro se pudo constatar que la bodega con menos iluminación es la bodega seca, pero pese a esto se puede decir que si se cumple con la cantidad mínima de niveles de iluminación recomendados,

que para bodegas se recomienda que sea de 150 lux, a continuación se presentan en las figuras 49 a la 54, imágenes de las mediciones realizadas:

Figura 49. Iluminación de la bodega seca



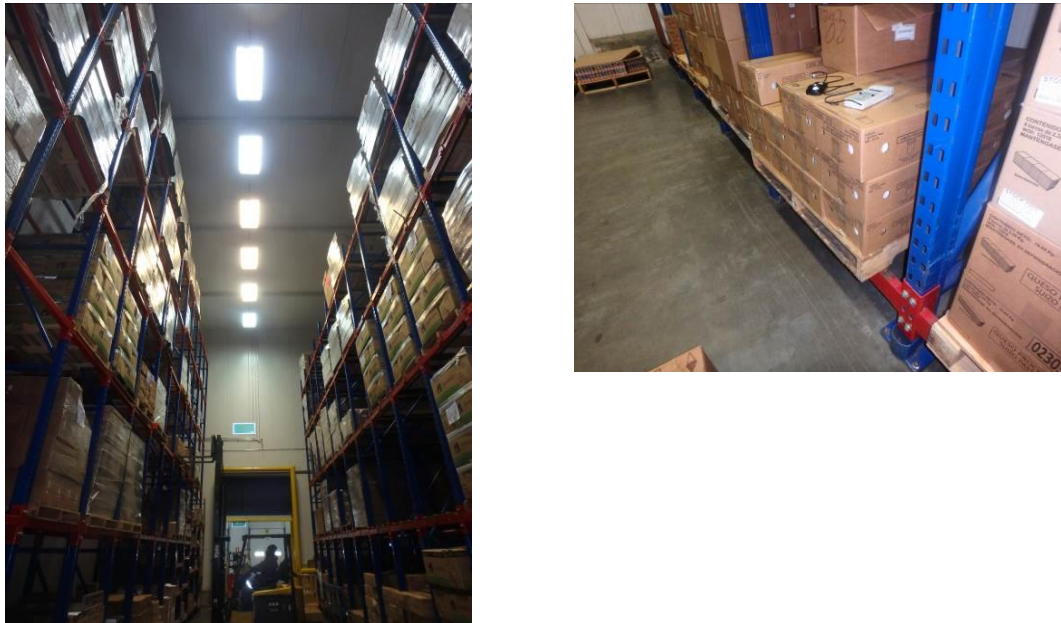
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Utilización del luxómetro en la bodega seca



Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Iluminación de la bodega refrigerada



Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Utilización del luxómetro en la bodega refrigerada



Fuente: elaboración propia.

Figura 53. Iluminación de la bodega congelada



Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Utilización del luxómetro en la bodega congelada**



Fuente: elaboración propia.

3.1.1. **Uso del luxómetro**

El estudio de iluminación utilizando el luxómetro se detalla en la tabla XXI, partiendo desde la identificación del equipo a utilizar.

Tabla XXI. **Identificación del equipo**

| Parámetro | Características |
|---------------------------------|---|
| Equipo: | Luxómetro - Medidor digital de luz |
| Modelo: | 401025 |
| N° serie: | Individual de cada instrumento) |
| Características importantes: | <ul style="list-style-type: none"> • Posee sensor foto diodo • Posee filtro de corrección de color que cumple con el exigido por la C.I.E. (Comisión Internacional de Iluminación: www.cie.co.at/cie/) • Mide en amplia escala de Lux y candelas-pie (<i>foot-candels</i>) (Fc). • Selector de respuesta Lenta y Rápida |
| Unidades de medida: | Lux o Fc (pie candela) |
| Escalas: (en 3 rangos cada una) | <ul style="list-style-type: none"> • Lux (0 a 50.000) • Fc (0 a 5.000) |
| Selector de tiempo de respuesta | <ul style="list-style-type: none"> • Rápido (<i>fast</i>): 1 segundo • Lento (<i>slow</i>): 2 segundos |

Continuación de la tabla XXI.

| | |
|----------------------------------|-------------------------|
| Indicador de sobre alimentación: | Indica en pantalla "1". |
| T ° operación: | 0 °C a 50 °C |
| Humedad relativa de operación | <80 % |

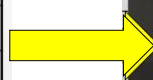
Fuente: elaboración propia.

Para utilizar el luxómetro, se requiere de la selección de escalas adecuadas. El instrumento tiene tres escalas de medición, como se observa en la figura 52 y 53.

- 0-200 Fc o 0-2 000 lux
- 0-2 000 Fc o 0-20 000 lux
- 0-5 000 Fc o 0-50 000 lux

Figura 55. Especificaciones de escala (en luxes)


| Escala Lux | Pantalla en escala Lux | Resolución Lux | Presición |
|------------|------------------------|----------------|----------------------|
| 2.000 | 0-1.999 | 1 | +/- (5% + 2 dígitos) |
| 20.000 | 2.000-19.990 | 10 | +/- (5% + 2 dígitos) |
| 50.000 | 20.000-50.000 | 100 | +/- (5% + 2 dígitos) |



Fuente: elaboración propia.

Figura 56. Especificaciones de escala (en fc)

| Escala Fc | Pantalla en escala Fc | Resolución Fc | Presición |
|-----------|-----------------------|---------------|----------------------|
| 200 | 0-199.9 | 0.1 | +/- (5% + 2 dígitos) |
| 2.000 | 200-1.999 | 1 | +/- (5% + 2 dígitos) |
| 5.000 | 2.000-5.000 | 10 | +/- (5% + 2 dígitos) |



Fuente: elaboración propia.

La selección de la escala adecuada producirá la lectura más precisa. Se debe seleccionar siempre la escala que produzca la mayor cantidad de dígitos sin exceder la máxima para esa escala en particular. Por ejemplo: una lectura de 1 456 Fc deberá leerse en la escala de 0 a 2 000 Fc y no en la de 0 a 5 000 (ver figura 57).

El equipo opera de la siguiente manera:

- Se debe seleccionar las unidades (lux o Fc)
- Se debe seleccionar el tipo de respuesta (rápida o lenta)
- Se debe seleccionar la escala máxima en el interruptor.
- Sostener el sensor frente a la fuente de luz que desea medir.
- Para retener la medición se utiliza la tecla *data hold*, la medición se congelará.

Figura 57. Descripción del panel frontal del luxómetro



Fuente: elaboración propia.

Otras observaciones:

- Cuando los datos están fuera de escala en pantalla aparece "1", si esto ocurre, se tendrá que seleccionar una escala más alta.
- Cada vez que cambie de escala, los valores aparecidos en pantalla deben multiplicarse por el factor correspondiente (x10, x100)
- Factores de corrección: el sensor está calibrado de fábrica con una luz de Tungsteno de 2 856 °K, por lo tanto cualquier medición de una fuente luminosa distinta deberá corregirse con la siguiente tabla XXII:

Tabla XXII. **Factores de corrección para el luxómetro**

| Tipo de fuente luminosa | El valor en pantalla multiplicarlo por: |
|--------------------------------|--|
| Lámpara de mercurio | 1,14 |
| Lámpara fluorescente | 1,08 |
| Luz diurna | 1,00 |
| Lámpara de sodio | 1,22 |
| Halógenos | 1,00 |

Fuente: elaboración propia.

La calibración en terreno se debe realizar de la siguiente forma:

- Encender el instrumento con el sensor completamente cubierto con su respectiva tapa protectora.
- También se puede invertir sobre una superficie lisa y opaca, evitando claro el contacto directo para evitar daños y ralladuras.
- Verificar que entregue el valor de 0 lux.
- Si esto no ocurriese se deberán corregir todos los valores obtenidos

A continuación se realiza un ejemplo de cálculo utilizando como medición de Iluminación (lux) en un punto cuyo tipo de luz son lámparas fluorescentes.

- Cero lux: 003 lux
- Medición promedio: 433 lux
- Valor corregido: $(433-003)= 430$ lux
- Factor de corrección por tipo de lámparas lámpara fluorescente = $\times 1,08$
- Valor real obtenido = $430 \times 1,08 = 464,4$ lux

Recomendaciones:

- Con el propósito de evitar reflexiones indebidas durante las mediciones, el operador del luxómetro no debe utilizar delantal blanco.
- El operador del instrumento no debe interponerse entre la fuente de iluminación y el sensor del luxómetro.
- Siempre se deben realizar mediciones con luz artificial, a fin de conocer situaciones críticas.
- Es recomendable medir la luz de lámparas fluorescentes después de 100 horas de uso mínimo y las incandescentes después de 20 horas de uso mínimo.
- Debe permitirse un período de calentamiento de las lámparas, y una adaptación el sensor del instrumento para que alcance la sensibilidad constante.

3.1.2. Tecnología actual

En el centro de distribución actualmente se utilizan lámparas colgantes de tubo fluorescente lineal T8 marca MAGG, cuenta con base G8, de color: blanco frío (6 500k); y 1 149mm con 54w de potencia. Al ser una lámpara fluorescente requiere un balastro para conectarse a corriente directa 120 V, cada lámpara tiene 8 tubos (figura 58), a continuación, se presentan las especificaciones en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Especificaciones de tubo fluorescente lineal T8 marca MAGG**

| Parámetro | Valor |
|----------------------|--------------|
| Potencia | 54 W |
| Temperatura de color | 4 100 K |
| IRC | 82 |
| Flujo luminoso | 4 875 Lm |
| Vida útil | 20 000 hrs |
| Uso | Interior |
| Contenido | 1 pieza |
| Garantía | 1 año |

Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Tubo fluorescente lineal T8 marca MAGG**



Fuente: Farmvilles. *Ideas de Decoración para Casa*. <http://farmvilles.com/34-fotos-de-lamparas-verdes/tipos-de-lamparas-fluorescentes/>. Consulta: 19 de marzo de 2018.

3.1.3. Consumo actual

Las luces de todas las bodegas pasan activas entre 18 a 20 horas al día, según investigaciones realizadas con la empresa eléctrica EEGSA se pudo determinar que el cobro por kW·h (kilovatios hora) según autoconsumo es de Q 0,714094. Con los datos anteriores podemos determinar el costo mensual que consumen las luminarias, a continuación, se presenta un ejemplo de cómo se calcula el consumo mensual.

La obtención de energía eléctrica tiene un coste que repercute en el usuario. Cuanto más se consume más se paga. El consumo o energía consumida en los aparatos eléctricos se calcula así:

Consumo (energía consumida)= potencia * tiempo.

Ej. Una bombilla de 100 W encendida 10 horas, consume: 100 watios = 0,1kW (estos son los julios consumidos en cada segundo)
Consumo en las 10 horas = 0,1 kw *10 h = 1 kWh (el consumo se mide en kW·h).

Apoyados en el ejemplo anterior se analiza el consumo mensual en las tres bodegas del centro de distribución, ya que todos los pasillos de cada bodega están diseñados de la misma forma esto simplifica los cálculos y obtenemos lo descrito en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Consumo de energía en bodega**

| Consumo (energía consumida)= Potencia * tiempo | |
|---|-------------|
| Cantidad de lámparas por pasillo | 11 |
| Cantidad de tubos de 54 W por lámpara | 8 |
| Potencia en de cada tubo en W | 54 |
| Cantidad de pasillos en las tres bodegas | 6 |
| Horas diarias que se utilizan las luminarias | 20 |
| Total de kW consumidos al día | 570,24 |
| Total de kW consumidos al mes | 17 107,20 |
| Costo por kW.h que cobra EEGSA en quetzales | Q 0,714094 |
| Total del consumo mensual en quetzales | Q 12 216,15 |

Fuente: elaboración propia.

3.2. Elaboración de material de concientización para el personal

Para que la optimización propuesta en el presente plan de ahorro energético tenga efecto, se necesita que el personal de planta esté totalmente consciente de los beneficios que aporta el mismo por lo que se realizó una concientización del buen uso de los recursos energéticos apoyados en material visual para su mejor difusión dentro de la empresa.

3.2.1. Concientización del buen uso de los recursos

Para concientizar al personal de la empresa Suministros & Alimentos S.A. se introdujo el concepto de La eficiencia energética, que no es más que una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios.

La eficiencia energética aporta enormes beneficios en diferentes ámbitos:

- Reduce los gastos de energía en los hogares y empresas.
- Reduce por tanto los costos de producción, mejorando la competitividad de las empresas.
- Disminuye la dependencia energética de exterior, que en algunos países supera al 80 %.
- Reduce el daño ambiental y la contaminación que afecta a la salud de todos.
- Aumenta la seguridad del abastecimiento de energía.
- Disminuye el consumo de recursos naturales.
- Reduce el deterioro al medio ambiente asociado a la explotación de recursos.
- Reduce el impacto de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

3.2.2. Material visual para el cuidado del medio ambiente

A modo de graficar los conceptos de eficiencia energética dentro de la planta, se realizaron la difusión de los siguientes afiches encontrados en la web (figuras 59 y 60), los cuales describen de una forma sencilla los pilares de la eficiencia energética y varias maneras cotidianas de ponerlo en práctica.

Figura 59. **Afiche sobre eficiencia energética**



Fuente: Blog del regio. *Día mundial de la eficiencia energética*. <http://blogdelregio.com/2018/03/5-de-marzo-dia-mundial-de-la-eficiencia-energetica/>. Consulta: 23 de abril de 2018.

Figura 60. **Afiche sobre el ahorro de energía**

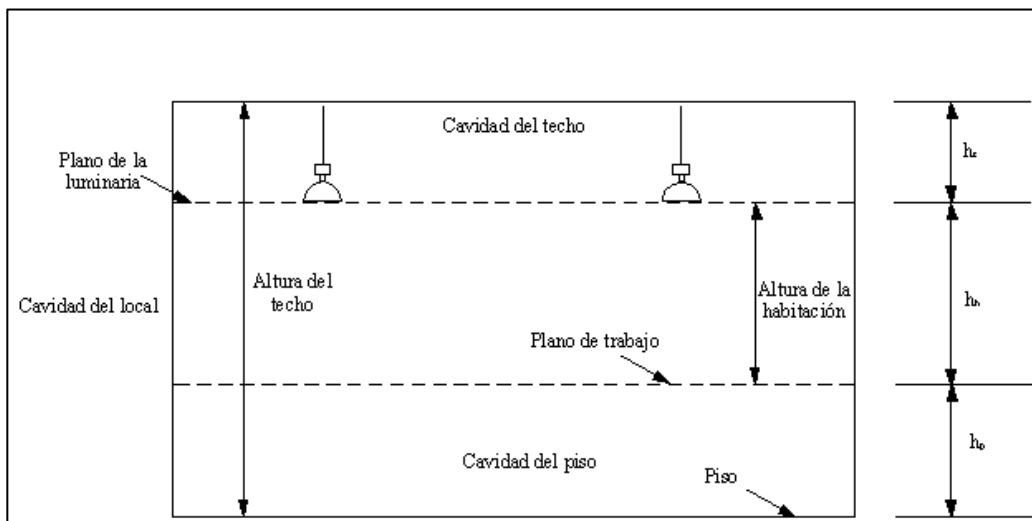


Fuente: La BioGuía. *Afiche sobre el ahorro de energía*. <http://www.labioguia.com/>. Consulta: 23 de abril de 2018.

3.3. Propuesta de mejora

Para la propuesta de mejora se utilizó el Método de Cavidad Zonal (figura 61). Dicho método está basado sobre la teoría de que la iluminación media es igual al flujo que incide sobre el plano de trabajo dividido por el área sobre la cual se distribuye. Este avance en el cálculo del factor de utilización se caracteriza principalmente por la introducción de medios, por los cuales pueden calcularse estos para muchas condiciones variables, que antiguamente o bien se ignoraban o se establecían como valores o relaciones fijos. El nuevo sistema considera la habitación real como constituida por una cavidad de techo por encima de las luminarias, una cavidad de suelo debajo del plano de trabajo y una cavidad de habitación situada entre los dos.

Figura 61. Método de cavidad zonal



Fuente: Eleduc. *Cálculo de iluminación*.

http://patricioconcha.ubb.cl/eleduc/public_www/capitulo7/calculo_de_iluminacion.html Consulta:

21 de junio de 2018.

En el caso general, están presentes todas estas cavidades. En el caso de luminarias empotradas o salientes, la cavidad de techo es simplemente el techo. Cuando se ha de determinar la iluminación sobre el suelo, la cavidad de suelo se convierte en el suelo.

Ahora es posible calcular las relaciones numéricas denominadas relación de cavidad que pueden usarse para determinar la reflectancia eficaz del suelo y el techo y a continuación hallar el coeficiente de utilización.

Las etapas básicas en el cálculo de cualquier iluminación media son las siguientes:

$$R_{CA} = \frac{5H_{ca} * (l + a)}{(l * a)}$$

$$R_{CC} = \frac{5H_{cc} * (l + a)}{(l * a)}$$

$$R_{CP} = \frac{5H_{cp} * (l + a)}{(l * a)}$$

Donde:

R_{ca} : razón de cavidad de la habitación

R_{cc} : razón de cavidad del techo

R_{cp} : razón de cavidad del suelo

l : largo del local (m)

a : ancho del local (m)

H_{ca} : altura útil de la habitación

H_{cc} : altura de la cavidad del cielo

H_{cp} : altura de la cavidad del piso

En las bodegas de Suministros & Alimentos el ambiente de trabajo tiene 32 metros de ancho, 3,20 de largo 13 metros de alto. La altura del trabajo se hace aproximadamente a 1 metro.

Debido al tipo de actividades mayoritarias que se realizan, el nivel lumínico recomendado es de 150 luxes constantes en cualquier punto del ambiente a una altura de trabajo de 1 metro del piso.

Después de entrevistar al ingeniero eléctrico del departamento de mantenimiento el tipo de lámparas resistentes a temperaturas extremas que él recomienda utilizar, para iluminar todos los pasillos, son lámparas de ocho tubos de 36 watts, Lumination™ led Luminaire-Recessed Troffer, led Replacement For 2 Lamp T8, 4 000 K, Lumens 4 800, Fixture Rated Life 50 000 hr. Modelo: LBT24A048MM840VQLTWHTTE, según la distribución física que se recomienda en este estudio.

El factor de mantenimiento al cual debería de someterse el total de lámparas a instalar, debe ser continuo en cuanto a la limpieza de los tubos y revisión trimestral del estado físico de los balastos, para garantizar el flujo lumínico del diseño se tomó como factor 0,8.

Datos:

- Altura de piso a cielo= 13 metros
- Altura de piso a área de trabajo= 1 metro
- Altura de techo a lámpara = 1 metro
- Color de piso = gris
- Color de paredes = café
- Color de techo = blanco

- Factor de mantenimiento = 0,8
- Edad de usuarios = 30 años
- Largo = 32 metros
- Ancho: 3,20 metros
- Nivel lumínico = 300 luxes
- Potencia de lámpara = 36 vatios / ocho tubos

Procedimiento de Método de cavidad zonal:

- Nivel de reflectancias de la luz en las superficies de la pared, techo y piso:
 - Pared = 0,3 = 30 % = Pp
 - Techo = 0,7 = 70 % = Pc
 - Piso = 0,1 = 10 % = Pf
- Altura de instalación ideal de las lámparas:
 - $H_{cc} = 1$ metro
 - $H_{ca} = 11$ metros
 - $H_{cp} = 1$ metro
- Valores de las relaciones de cavidad zonal:
 - $R_{cc} = 5 * 1 * (32 + 3,20) / (32 * 3,20) = 176 / 102,40 = 1,72$
 - $R_{ca} = 5 * 11 * (32 + 3,20) / (32 * 3,20) = 1936 / 102,40 = 18,91$
 - $R_{cp} = 5 * 1 * (32 + 3,20) / (32 * 3,20) = 176 / 102,40 = 1,72$

- Reflectancia efectiva de cavidad de piso, según la tabla de reflectancias (anexo 4).

Teniendo los siguientes datos:

- $P_f = 0,1$ o 10 %
- $P_p = 0,3$ o 30 %
- $R_{cp} = 1,72$

Se obtiene:

- $P_{cc} = 9$

- Coeficiente de utilización (k), (tabla 1 anexos): Teniendo los siguientes Datos:

- $P_{cc} = 9$
- $P_p = 0,3$ o 30 %
- $R_{ca} = 18,1$

Se obtiene:

- $K = 0,16$

- Flujo lumínico:

$$\Phi = (\text{área} * \text{nivel lumínico}) / (\text{factor de mantenimiento} * K)$$

$$\Phi = [(32 * 3,2) (300)] / (0,8 * 0,16) = 30\ 720 / 0,128 = 240\ 000 \text{ lux}$$

Sabiendo que 1 vatio = 80 lm

Potencia de la lámpara = 8 tubo * 36 watt * 80 lumen = 23 040 lumen

Número de lámparas:

NL = flujo lumínico / potencia de la lámpara

NL = 240 000 / 23 040 = 10 lámparas

- Distancia de instalación:

El área cubierta será igual a:

$Ac = \text{área} * NL$

$Ac = 102,40 \text{ metros}^2 * 10 \text{ lámparas}$

$Ac = 1 024 \text{ metros}^2$

- Espaciamiento por lámpara:

$E = \text{raíz cuadrada}(AC)$

$E = \text{raíz cuadrada}(1024)$

$E = 32 \text{ metros}$

- Número de lámparas:

- Número de lámparas a lo ancho:

$NLa = E / \text{largo del lugar}$

$NLa = 32/32 = 1$

$NLa = 1 \text{ lámpara de ocho tubos de 36 vatios cada una}$

- Número de lámparas a lo largo:

$NLI = E / \text{largo del lugar}$

$$NLI = 32 / 3,2 = 10$$

NLI = 10 lámparas de ocho tubos de 36 vatios cada una

- Distancia de montaje entre lámparas:
 - Vertical: distancia entre lámparas a cada *rack*: 1,6 metros aproximadamente del centro de la lámpara hacia la pared.
 - Horizontal: distancia entre lámparas a lo largo: 3 metros de centro a centro de cada una de las lámparas aproximadamente.

Distancia entre lámparas y pared 1 metro aproximadamente del borde de la lámpara hacia la pared.

Para cada uno de los seis pasillos tanto en la bodega seca, refrigerada y congelada se sugiere el siguiente diseño de la figura 62.

Figura 62. **Diseño de colocación de lámparas en cada una de las bodegas**



Fuente: elaboración propia.

3.4. Reducción de gasto energético

Al tomar en cuenta la cantidad de lámparas necesarias para el cubrir el nivel lumínico que se desea y los datos técnicos de las luminarias que se proponen podemos calcular el consumo y el costo de esta propuesta, así podríamos calcular cuánto podríamos ahorrar, como se indica en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Luminarias que se proponen instalar**

| Núm. | Descripción | Marca | Modelo |
|------|---|------------------|--------------|
| 1.00 | Tipo de Luminaria | General Electric | LBT24A048MM8 |
| 1.01 | Lumination LED Luminaires 2' x 4' Recessed Troffer LBR24 Series | | |
| 2.00 | Resumen de rendimiento | | |
| 2.01 | Distribución de luz | Lambertian | |
| 2.02 | Flujo luminoso | 4 800 lumens | |
| 2.03 | Consumo | 36 Watts | |
| 2.04 | Eficacia | 133 LPW | |
| 2.05 | Voltaje | 120-277 Voltios | |
| 2.06 | Temperatura de Color | 4 000 K | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Ahorro de energía utilizando luminarias propuestas**

| Consumo (energía consumida)= potencia * tiempo | |
|---|-------------------|
| Cantidad de lámparas por pasillo | 10 |
| Cantidad de tubos de 36 W por lámpara | 8 |
| Potencia en de cada tubo en W | 36 |
| Cantidad de pasillos en las tres bodegas | 6 |
| Horas diarias que se utilizan las luminarias | 20 |
| Total de kW consumidos al día | 345,6 |
| Total de kW consumidos al mes | 10 368,00 |
| Costo por kWh que cobra EEGSA en quetzales | Q 0,714094 |
| Total del consumo mensual en quetzales | Q 7 403,73 |
| Ahorro mensual en kW | 6 739,20 |
| Ahorro mensual | Q 4 812,42 |

Fuente: elaboración propia.

El consumo en kWh por mes se calculó multiplicando la cantidad de lámparas por pasillo X cantidad de tubos X potencia de los tubos (Watt) X cantidad de pasillos X Horas al día que están encendidas (hora) X 30 días X 1/1 000 Watt/kiloWatt = kWmes. Por ejemplo, con los datos de la tabla XXV quedaría:

$$\text{Total de kW consumidos al mes} = \frac{10 * 8 * 36 * 6 * 20 * 30}{1\ 000} = 10,368 \text{ kW}$$

El ahorro se calcula restando el total de kW por mes consumidos actualmente menos el total de kW consumidos con las nuevas luminarias y multiplicando este dato por el costo por kWh según la tarifa de EEGSA (17 107,20-10 368,00)kWh*Q 0,714094= Q 4 812,42

4. PLAN DE CAPACITACIÓN

Mediante las propuestas de mejora en los capítulos anteriores y realizando un análisis del personal de la empresa Suministros & Alimentos S.A. se vio la necesidad de desarrollar un programa de capacitación con el fin de transferir, en forma práctica y objetiva, los conocimientos de dichas propuestas de mejora para que el personal de bodega pueda implementarlos y obtenerse así mejores resultados y la exitosa operación de la empresa.

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Debido a las modificaciones en los procedimientos a implementarse según lo establecido en el presente estudio, es necesario y de suma importancia que el personal de la planta sea capacitado en dichos temas.

Entre los métodos y técnicas para obtener la información, según las necesidades de capacitación se realizaron: Entrevistas con el personal de operaciones, análisis de tareas según nuevos procedimientos de operaciones y observación directa.

El objetivo del programa es profundizar en éstos temas de relevante importancia para la operación, tales como seguridad industrial (inciso 2.3.2), ahorro de recursos en planta (capítulo 3) y manejo de los aparatos tecnológicos propuestos (inciso 2.2.11.)

4.2. Plan de capacitación

El personal de planta que opera en las bodegas de Suministros & Alimentos es relativamente pequeño y en su mayoría compuesto por auxiliares de bodega, a quienes están enfocadas las capacitaciones principalmente, sin embargo, para que las mejoras sean del conocimiento de todo el personal, se ha previsto que dicho programa de capacitaciones sea impartido al personal completo.

- **Objetivo:**

Capacitar al personal del uso correcto de herramientas tecnológicas que les permita realizar procedimientos de recepción y preparación de pedidos de una manera más eficiente, que sepan utilizar correctamente su equipo de protección personal y concientización sobre el uso responsable de la energía.

- **Propósito:**

Garantiza que al utilizar herramientas tecnológicas se logre minimiza el factor de error humano en toma de datos, aumentar la velocidad y exactitud en los procedimientos de recepción y preparación de pedidos. Que el personal sea consiente sobre el uso adecuado de los equipos de protección personal y con el uso responsable de los recursos.

- **Alcance:**

El siguiente procedimiento involucra a las áreas de bodega y foodservice de operaciones.

Tabla XXVII. **Personal por capacitar**

| Puesto desempeñado | Cantidad de personal |
|---------------------------|-----------------------------|
| Auxiliar de bodega | 25 |
| Montacarguista | 6 |
| Supervisores | 3 |
| Encargado de turno | 2 |
| Jefe de planta | 1 |

Fuente: elaboración propia.

- Programación:

A continuación, se presenta la tabla XXVIII, donde se encuentra la programación con sus respectivos niveles de prioridad, los cuales están en función del tiempo en que tardará su implementación.

Tabla XXVIII. **Programas de capacitación**

| Programa de capacitación | Contenido general | Tempo de implementación | Duración de la capacitación |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|------------------------------------|
| Seguridad industrial | Uso de equipos de protección personal en planta y en bodegas refrigerada y congelada, manejo de productos, situaciones de riesgo, entre otros. | Corto plazo | 8 horas |
| Ahorro de recursos en planta | Utilización de energía eléctrica y consumo de agua dentro de la planta. | Mediano plazo | 4 horas |
| Manejo de los aparatos tecnológicos | Utilización del sistema <i>Voice Picking</i> , <i>handhelds</i> y etiquetadoras. | Largo plazo | 20 horas |

Fuente: elaboración propia.

Además, se ha destinado que las capacitaciones se dividirán en dos módulos de dos (2) horas cada uno para hacer un total de cuatro (4) horas

semanales, para las cuales se dividió el personal en dos grupos de 12 personas, para que la planta no quede desatendida y a modo que la información pueda tener buena recepción dentro del equipo de trabajo. Las capacitaciones se darán cada dos días.

4.3. Resultados esperados de las capacitaciones

A través de las capacitaciones a realizar, se espera obtener los siguientes resultados:

- Reducción de accidentes de tipo ocupacional
- Utilización del equipo de protección personal en todas las actividades dentro de la planta.
- Ahorro energético en planta lo cual repercutirá positivamente en el presupuesto de la empresa.
- Decremento en el consumo de agua lo cual beneficiará al medio ambiente y al presupuesto de la empresa.
- Manejo completo del sistema Voice Picking, *handhelds* y etiquetadoras, lo cual mejorarán procedimientos de recepción, almacenaje y la preparación de pedidos.

4.4. Costos de la propuesta

Debido a que los módulos de capacitaciones son impartidos por el operario, y se utilizan las instalaciones (salones y proyector) de la empresa

Suministros & Alimentos, es posible reducir considerablemente los costos de las mismas, no obstante, es necesario la impresión de material didáctico para que el personal pueda interactuar en cada capacitación, como se desglosa en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Costos de las capacitaciones**

| Descripción | Costo |
|--------------------------------|--------------|
| Material didáctico (panfletos) | Q 50,00 |
| Hojas para apuntes | Q 30,00 |
| Lapiceros | Q 20,00 |
| Total por capacitación | Q 100,00 |
| Total (6 capacitaciones) | Q 600,00 |

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Después de haber terminado este proyecto podemos concluir que un modelo de reabastecimiento inmediato sin faltantes permitidos se adecúa perfectamente al manejo de inventarios para las bodegas seca y congelada, para la bodega refrigerada se recomienda el modelo *NewsVendor* por los riesgos que implican los inventarios de productos perecederos de corto tiempo de vida. Para aplicar estos modelos se obtuvo una demanda real, se consideraron todos los costos de almacenamiento, los costos de pedir, de faltantes y excedentes; con estos datos se calcularon las cantidades óptimas a pedir y el número de pedidos que se debe hacer para optimizar los costos y utilizar solamente las posiciones necesarias de almacenamiento, de esta manera hacer más rentable la operación de la empresa.
2. En el estudio de iluminación realizado se pudo constatar que al migrar las luminarias actuales a unas luminarias de tecnología led se mejoraría la iluminación y también se podría ahorrar en el consumo de kWh, se reduciría también la cantidad de luminarias en cada pasillo de las bodegas del centro de distribución y se estaría duplicando el nivel lumínico según los estándares requeridos para trabajos en bodega según normas internacionales. El ahorro mensual que se tendría justifica hacer lo antes posible el cambio de luminarias y también se tendría una producción más limpia lo cual también es un beneficio para el medio ambiente

3. Gracias a la clasificación ABC que se realizó donde se consideran los porcentajes para las clasificaciones: A = 74 %, B = 21 % y C = 5 % de las ventas totales para todos los productos de cada bodega y con base a estas clasificaciones se trazó una ruta lógica en el *picking*, se logró asignar una categoría para cada producto y un nuevo diseño en las posiciones de almacenaje que permitiría ordenar cada bodega para que la preparación de pedidos sea fluida y rápida, a la vez que los productos estarían almacenados en los racks según su clasificación en el inventario.
4. La nomenclatura propuesta es fácil de comprender y servirá para ubicar de una forma rápida y confiable cualquier posición de almacenamiento dentro de cualquier bodega de Suministros & Alimentos, este avance lograra también preparar las bodegas para el uso de nuevas tecnologías que faciliten los procedimientos de recepción, almacenamiento, rotación y la distribución de productos.
5. Se logró determinar cantidades y tiempos óptimos para pedir, se determinó la demanda real y el tiempo en que los proveedores reabastecen los productos, conociendo estos datos podemos garantizar un adecuado *stock* de seguridad y evitar en el futuro quiebres de inventario y desabastecimiento o *sobrestock* de productos con esto también se puede aprovechar de mejor manera las posiciones de almacenaje.
6. Entre las tecnologías que se proponen está el uso de escáner y handhelds para identificar, rotar y hacer inventarios de cualquier producto con el uso de códigos de barras. Según las pruebas realizadas se notó una considerable reducción del tiempo que toma cada una de las

anteriores tareas; el sistema de *voice picking* que se propone también serviría para realizar la preparación de pedidos mucho más rápida, aumentar la precisión en los pedidos, evitar errores de tipo humano, balancear la carga de trabajo equitativamente para cada operador, ahorro o eliminación de uso de hojas de papel, mejorar la productividad, entre otros beneficios. Se obtuvieron y presentaron en este proyecto cotizaciones para la inversión necesaria para adquirir tecnologías que mejorarían considerablemente los procedimientos de recepción y preparación de pedidos.

7. Se capacitó al personal sobre el uso consciente de los recursos que afectan al medio ambiente, sobre el uso correcto de equipo de protección personal y uso de nuevas tecnologías.

RECOMENDACIONES

1. El personal de operaciones que labora en las bodegas debe rotar constantemente en cada una las tres bodegas por lo menos cada quince días y no especializarse solamente en una bodega, ya que el personal que trabaje solamente en la bodega refrigerada o congelada con el paso del tiempo podrían reducir su eficiencia y tener consecuencias negativas con su salud.
2. A los encargados de agregar nuevos productos al inventario, si alguna presentación, diseño, volumen o marca de un producto cambie también se recomienda cambiar a un nuevo código de producto, con esto se garantiza una óptima trazabilidad y evitaría confusiones para el personal.
3. A los supervisores de bodega, realizar inventarios periódicos al menos una vez por semana para asegurar existencias, evitar descuadres de productos y para identificar constantemente una debida rotación del producto.
4. Los encargados de actualizar y modificar los procedimientos establecidos deben monitorear por lo menos cada año nuevas tecnologías o mejoras que se puedan aplicar, para contar con procedimientos actualizados y que el personal sepa los pasos correctos a realizar para cada tarea.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANAYA TEJERO, Julio Juan. *Almacenes: análisis, diseño y organización*. 2a ed. Madrid, España: ESIC Editorial, 2011. 260 p.
2. _____. *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. 4a ed. Madrid, España: ESIC Editorial, 2011. 295 p.
3. CACHON, Gérard y TERWIESCH, Christian. *Matching supply with demand an introduction to operations management*. 3a ed. New York, USA: McGraw-Hill Editorial, 2009. 528 p.
4. FERRÍN GUTIÉRREZ, Arturo. *Gestión de stock en la logística de almacenes*. 3a ed. Madrid, España: Fundación CONFEMETAL, 2014. 208 p.
5. IZAR LANDETA, Juan Manuel. *Investigación de operaciones*. 2a ed. México.: Trillas S.A., 2013. 304 p.
6. JACOBS, Robert y CHASE, Richard. *Administración de producción y cadena de suministros*. 13a ed. México: Ediciones McGraw-Hill, 2013. 810 p.
7. KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry y MALHOTRA Manoj. *Administración de las operaciones procesos y cadena de suministro*. 10a ed. México: Pearson Educación, 2013. 670 p.

8. MARTÍNEZ PEDROS, Daniel; MILLA GUTIÉRREZ, Artemio. *La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 2012. 366 p.
9. MÍGUEZ PÉREZ, Mónica y BASTOS BOUBETA, Ana Isabel. *Introducción a la gestión de stocks, el proceso de control valoración y gestión de stocks*. 2a ed. Vigo, España: Ideas propias Editorial, 2010. 702 p.
10. RENDER, Barry y HEIZER, Jay. *Principios de la Administración de Operaciones*. 9a ed. México: Pearson, 2014. 746 p.
11. SALAS, Humberto. *Inventarios: manejo y control*. Madrid, España. StarBook Editorial, 2010. 192 p.
12. TAHA, Hamdy. *Investigación de operaciones*. 10a ed. México: Pearson Educación, 2017. 848 p.
13. VIDAL, Carlos Julio. *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Santiago de Cali, Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle. 2010. 736 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Listado de productos almacenados en bodega seca

| Núm. | Producto | Unidad medida base | Bodega de almacén |
|------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | Aceite líquido A | Caja | Seca |
| 2 | Aceite líquido B | Tambo | Seca |
| 3 | Aceite spray | Tambo | Seca |
| 4 | Aderezo qeddar | Caja | Seca |
| 5 | Almendras | Bolsa | Seca |
| 6 | Arroz blanco | Saco | Seca |
| 7 | Arroz galdo | Fardo | Seca |
| 8 | Arroz sacco | Saco | Seca |
| 9 | Avena | Libra | Seca |
| 10 | Azucar 1 | Caja | Seca |
| 11 | Azucar 2 | Bolsa | Seca |
| 12 | Azucar donadoa | Caja | Seca |
| 13 | Azucar sobres | Caja | Seca |
| 14 | Bandeja duroport | Caja | Seca |
| 15 | Bolsa gua | Caja | Seca |
| 16 | Bolsa papel | Caja | Seca |
| 17 | Bolsa transparente A | Paquete | Seca |
| 18 | Bolsa transparente B | Paquete | Seca |
| 19 | Botella agua | Caja | Seca |
| 20 | Cafe d paqo | Caja | Seca |
| 21 | Caja para pizza | Paquete | Seca |
| 22 | Caja pizza R | Paquete | Seca |
| 23 | Caramelo queso | Bolsa | Seca |
| 24 | Cerezas frasco | Frasco | Seca |
| 25 | Champiñon dbanaodo | Caja | Seca |
| 26 | Chocolate en botella | Botella | Seca |
| 27 | Cremora | Caja | Seca |
| 28 | Detergente líquido | Caja | Seca |
| 29 | Detergente uno | Bolsa | Seca |
| 30 | Envase 4oz | Bolsa | Seca |
| 31 | Envase 2oz | Bolsa | Seca |
| 32 | Esponja X | Caja | Seca |
| 33 | Esponja Y | Caja | Seca |
| 34 | Fideo A | Caja | Seca |
| 35 | Fork CA | Caja | Seca |
| 36 | Fortune lbsca | Caja | Seca |

Continuación del apéndice 1.

| | | | |
|----|------------------------|---------|------|
| 37 | Frijoles OS | Caja | Seca |
| 38 | Frijoles OS | Caja | Seca |
| 39 | Galon de alcachofas | Galón | Seca |
| 40 | Granola miel | Caja | Seca |
| 41 | Guantes A | Caja | Seca |
| 42 | Guindas | fardo | Seca |
| 43 | Harina oro | Saco | Seca |
| 44 | Hotcake harina | Bolsa | Seca |
| 45 | Jabon liqnos | Caja | Seca |
| 46 | Jarabe fresa | Botella | Seca |
| 47 | Jugo piña | Caja | Seca |
| 48 | Jugo sabor A | Botella | Seca |
| 49 | Jugo tomate | Caja | Seca |
| 50 | Ketchup danelo | Caja | Seca |
| 51 | Ketchup pda 1 000/8 gr | Caja | Seca |
| 52 | Lata jalapeño | Caja | Seca |
| 53 | Leche d uhto | Caja | Seca |
| 54 | Leche tetrapk | Caja | Seca |
| 55 | Liquido de azucar | Caja | Seca |
| 56 | Mania des | Caja | Seca |
| 57 | Mayonesa ada | Caja | Seca |
| 58 | Mayonesa duralo | Caja | Seca |
| 59 | Moztaza botella | Botella | Seca |
| 60 | Nachos bbq | Caja | Seca |
| 61 | Oliveolive black | Caja | Seca |
| 62 | Pajilla | Bolsa | Seca |
| 63 | Palillos | Caja | Seca |
| 64 | Panela | Bolsa | Seca |
| 65 | Papel advadv 2 | Caja | Seca |
| 66 | Papel hd | Caja | Seca |
| 67 | Papel manila | Rollo | Seca |
| 68 | Papel rol | Caja | Seca |
| 69 | Pasta chipotle | Lata | Seca |
| 70 | Pasta dini ocaja | Caja | Seca |
| 71 | Pepinillo 50 | Galón | Seca |
| 72 | Pepper | Caja | Seca |
| 73 | Pizza d fuloly | Caja | Seca |
| 74 | Plato px | Caja | Seca |
| 75 | Platos te | Caja | Seca |
| 76 | Preservante | Libra | Seca |
| 77 | Ranch aderezo gln4 | Caja | Seca |
| 78 | Sal de cocina 2lb | Bolsa | Seca |
| 79 | Sal refinada | Caja | Seca |
| 80 | Salsa bbq ey | Caja | Seca |
| 81 | Salsa de ca 4 | Caja | Seca |
| 82 | Salsa de queso lata | Caja | Seca |

Continuación del apéndice 1.

| | | | |
|-----|---------------------|-------|------|
| 83 | Salsa soy | Caja | Seca |
| 84 | Satke salsaoz10/ | Caja | Seca |
| 85 | Sauce fire olb | Caja | Seca |
| 86 | Sauce gmc | Caja | Seca |
| 87 | Sauce honut | Caja | Seca |
| 88 | Sauce stia/ 4 | Caja | Seca |
| 89 | Sauce, bbh | Caja | Seca |
| 90 | Sazonador mex libra | Bolsa | Seca |
| 91 | Serilleta clase a | Caja | Seca |
| 92 | Serv. Xpruniv | Caja | Seca |
| 93 | Servilletas cls | Caja | Seca |
| 94 | Servilletas I | Caja | Seca |
| 95 | Sirope de chocolate | Bolsa | Seca |
| 96 | Sustituto gfgb | Tambo | Seca |
| 97 | Tapa 2 oz | Bolsa | Seca |
| 98 | Te sabor A | Caja | Seca |
| 99 | Toa mtmt B | Caja | Seca |
| 100 | Vinagre bidon | Tambo | Seca |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Listado de productos almacenados en bodega refrigerada**

| Núm. | Producto | Unidad medida base | Bodega de almacén |
|------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | Aderezo ranch | Galón | Refrigerada |
| 2 | Base p/smothies coc | Galón | Refrigerada |
| 3 | Base p/smothies fre | Galón | Refrigerada |
| 4 | Base p/smothies man | Galón | Refrigerada |
| 5 | Base p/smothies nar | Litro | Refrigerada |
| 6 | Base p/smothies trop | Litro | Refrigerada |
| 7 | Champiñones enteros | Caja | Refrigerada |
| 8 | Chorizo extremeño | Paquete | Refrigerada |
| 9 | Concentrado horchata | Galón | Refrigerada |
| 10 | Concentrado tamarindo | Galón | Refrigerada |
| 11 | Crema caja | Caja | Refrigerada |
| 12 | Crema litro | Caja | Refrigerada |
| 13 | Huevo liquido | Galón | Refrigerada |
| 14 | Huevos | Caja | Refrigerada |
| 15 | Jamon ahumado | Libra | Refrigerada |
| 16 | Jamon cerdo | Caja | Refrigerada |
| 17 | Jamon pavo | Paquete | Refrigerada |
| 18 | Queso amarillo A | Caja | Refrigerada |

Continuación del apéndice 2.

| | | | |
|----|--------------------|---------|-------------|
| 19 | Queso amarillo B | Caja | Refrigerada |
| 20 | Queso blanco | Paquete | Refrigerada |
| 21 | Queso de capas | Caja | Refrigerada |
| 22 | Sirope de café | Galón | Refrigerada |
| 23 | Tocino en trocitos | Bandeja | Refrigerada |
| 24 | Yogurt fresa | Litro | Refrigerada |
| 25 | Yogurt natural | Litro | Refrigerada |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Listado de productos almacenados en bodega congelada**

| Núm. | Producto | Unidad medida base | Bodega de almacén |
|-------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | Alitas de pollo | Caja | Congelada |
| 2 | Aros de calamar | Libra | Congelada |
| 3 | Aros de cebolla | Caja | Congelada |
| 4 | Asado de tira con hueso | Caja | Congelada |
| 5 | Bacon | Caja | Congelada |
| 6 | Bread chicken | Caja | Congelada |
| 7 | Calamar | Caja | Congelada |
| 8 | Calamar | Libra | Congelada |
| 9 | Camaron empanizado | Caja | Congelada |
| 10 | Camote | Caja | Congelada |
| 11 | Carne 3 | Caja | Congelada |
| 12 | Carne molida | Caja | Congelada |
| 13 | Carne molida | Caja | Congelada |
| 14 | Cheese pizza | Caja | Congelada |
| 15 | Chicken fritu | Caja | Congelada |
| 16 | Chorizo argentino | Caja | Congelada |
| 17 | Churros caja | Caja | Congelada |
| 18 | Costilla cerdo | Libra | Congelada |
| 19 | Deditos de pollo | Caja | Congelada |
| 20 | Dedos de queso | Caja | Congelada |
| 21 | Dustis | Caja | Congelada |
| 22 | Encanelados | Caja | Congelada |
| 23 | Entraña | Caja | Congelada |
| 24 | Fideo fino | Caja | Congelada |
| 25 | Filete de atun | Caja | Congelada |
| 26 | Filete de tilapia | Caja | Congelada |
| 27 | Grilled chicken | Caja | Congelada |
| 28 | Guacamol en bolsa | Caja | Congelada |

Continuación del apéndice 3.

| | | | |
|----|-------------------------|-------|-----------|
| 29 | Hamburguesa ajonjoli | Caja | Congelada |
| 30 | Helado 1 | Caja | Congelada |
| 31 | Jugo de ajo | Caja | Congelada |
| 32 | Lomito | Caja | Congelada |
| 33 | Lomo de cerdo sin hueso | Libra | Congelada |
| 34 | Mantequilla sin sal | Caja | Congelada |
| 35 | Mariscada | Caja | Congelada |
| 36 | Mejillón entero | Bolsa | Congelada |
| 37 | Mozarrella rayado | Caja | Congelada |
| 38 | Pan de hamburguesa | Caja | Congelada |
| 39 | Pan de manteca | Caja | Congelada |
| 40 | Pan de queso | Caja | Congelada |
| 41 | Pan redondo | Caja | Congelada |
| 42 | Pan rodajado blanco | Bolsa | Congelada |
| 43 | Papa crispy b | Caja | Congelada |
| 44 | Papa crispy c | Caja | Congelada |
| 45 | Papa en gajos | Caja | Congelada |
| 46 | Papa extra larga | Caja | Congelada |
| 47 | Papa frita 2 | Caja | Congelada |
| 48 | Papa natural | Caja | Congelada |
| 49 | Papa stealth | Caja | Congelada |
| 50 | Pastel de chocolate | Caja | Congelada |
| 51 | Pastel de queso | Caja | Congelada |
| 52 | Pastel pequeño | Caja | Congelada |
| 53 | Pastel queso y fresa | Caja | Congelada |
| 54 | Pastel tipo tiramisú | Caja | Congelada |
| 55 | Pastel zanahoria | Caja | Congelada |
| 56 | Pastelitos de chocolate | Caja | Congelada |
| 57 | Pato entero | Libra | Congelada |
| 58 | Pechuga de pollo | Libra | Congelada |
| 59 | Pepperoni | Caja | Congelada |
| 60 | Pestel de leche | Caja | Congelada |
| 61 | Picnic de cerdo | Caja | Congelada |
| 62 | Platano pre-frito | Caja | Congelada |
| 63 | Platano refrito | Caja | Congelada |
| 64 | Pollo ahumado | Caja | Congelada |
| 65 | Pollo asiático | Libra | Congelada |
| 66 | Porter choice | Libra | Congelada |
| 67 | Pulpo pequeño | Bolsa | Congelada |
| 68 | Puyazo A | Libra | Congelada |
| 69 | Puyazo C | Libra | Congelada |
| 70 | Puyazo D | Libra | Congelada |
| 71 | Queso mozzarella | Caja | Congelada |
| 72 | Queso mozzarella 2 | Bolsa | Congelada |
| 73 | Queso para pizza | Bolsa | Congelada |
| 74 | Quesos mixtos | Caja | Congelada |

Continuación del apéndice 3.

| | | | |
|-----|---------------------|---------|-----------|
| 75 | Rib bones | Libra | Congelada |
| 76 | Rib caja | Caja | Congelada |
| 77 | Salmon ahumado | Caja | Congelada |
| 78 | Salmon chileno | Caja | Congelada |
| 79 | Salsa 2 | Caja | Congelada |
| 80 | Salsa alfredo | Caja | Congelada |
| 81 | Salsa de cerdo | Caja | Congelada |
| 82 | Salsa de frijol | Libra | Congelada |
| 83 | Salsa italiana | Caja | Congelada |
| 84 | Scalopus | Libra | Congelada |
| 85 | Steak 1 | Caja | Congelada |
| 86 | Steak 2 | Libra | Congelada |
| 87 | Steak 3 | Caja | Congelada |
| 88 | Tilapia filete | Caja | Congelada |
| 89 | Tocino 2 | Caja | Congelada |
| 90 | Tocino canadiense | Caja | Congelada |
| 91 | Torta 4 | Caja | Congelada |
| 92 | Torta 6 | Caja | Congelada |
| 93 | Torta de carne 1 | Caja | Congelada |
| 94 | Torta de carne 2 | Caja | Congelada |
| 95 | Torta hamburguesa 3 | Bandeja | Congelada |
| 96 | Tortas de papa | Caja | Congelada |
| 97 | Tortilla 1 | Caja | Congelada |
| 98 | Tortilla de maiz | Caja | Congelada |
| 99 | Tortilla multicolor | Caja | Congelada |
| 100 | Vegetales mixtos 2 | Bolsa | Congelada |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Pronostico de ventas y demanda anual de producto de bodega seca

| PRODUCTO | Unidad medida base | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 | dic-18 | Total |
|------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ACEITE LIQUIDO A | Caja | 108 | 115 | 135 | 136 | 148 | 129 | 141 | 147 | 126 | 130 | 160 | 180 | 1 655 |
| ACEITE LIQUIDO B | Tambo | 1 603 | 1 616 | 1 927 | 1 639 | 2 273 | 2 191 | 2 232 | 2 227 | 2 232 | 2 625 | 2 692 | 2 759 | 26 016 |
| ACEITE SPRAY | Tambo | 92 | 83 | 89 | 87 | 105 | 125 | 130 | 124 | 216 | 228 | 238 | 298 | 1 815 |
| ADEREZO QEDDAR | Caja | 20 | 20 | 25 | 29 | 20 | 26 | 31 | 26 | 19 | 20 | 18 | 27 | 281 |
| ALMENDRAS | Bolsa | 46 | 35 | 43 | 38 | 58 | 44 | 57 | 86 | 40 | 65 | 84 | 103 | 699 |
| ARROZ BLANCO | Saco | 236 | 217 | 242 | 246 | 259 | 361 | 405 | 351 | 595 | 655 | 686 | 957 | 5 210 |
| ARROZ GALDO | Fardo | 42 | 30 | 54 | 26 | 46 | 56 | 45 | 45 | 42 | 54 | 39 | 45 | 524 |
| ARROZ SACO | Saco | 22 | 24 | 29 | 32 | 40 | 29 | 39 | 36 | 27 | 36 | 47 | 48 | 409 |
| AVENA | Libra | 36 | 47 | 45 | 44 | 44 | 108 | 55 | 62 | 60 | 62 | 86 | 109 | 758 |
| AZUCAR 1 | Caja | 18 | 14 | 19 | 22 | 19 | 22 | 19 | 20 | 22 | 29 | 25 | 47 | 276 |
| AZUCAR 2 | Bolsa | 66 | 66 | 78 | 67 | 77 | 104 | 105 | 100 | 165 | 155 | 160 | 230 | 1 373 |
| AZUCAR DONADOA | Caja | 178 | 129 | 155 | 133 | 167 | 161 | 268 | 186 | 145 | 184 | 190 | 219 | 2 115 |
| AZUCAR SOBRES | Caja | 12 | 18 | 32 | 24 | 47 | 26 | 50 | 49 | 36 | 62 | 46 | 68 | 470 |
| BANDEJA DUROPORT | Caja | 26 | 20 | 33 | 30 | 39 | 35 | 39 | 35 | 30 | 34 | 39 | 40 | 400 |
| BOLSA GUA | Caja | 15 | 15 | 17 | 15 | 19 | 15 | 24 | 19 | 22 | 25 | 27 | 26 | 239 |
| BOLSA PAPEL | Caja | 9 | 10 | 7 | 12 | 17 | 7 | 14 | 8 | 12 | 15 | 13 | 26 | 150 |
| BOLSA TRANSPARENTE A | Paquete | 67 | 49 | 39 | 39 | 69 | 53 | 67 | 54 | 53 | 55 | 78 | 75 | 698 |
| BOLSA TRANSPARENTE B | Paquete | 24 | 7 | 7 | 19 | 25 | 14 | 26 | 33 | 20 | 30 | 26 | 35 | 266 |
| BOTELLA AGUA | Caja | 362 | 328 | 407 | 382 | 410 | 560 | 605 | 540 | 718 | 654 | 829 | 966 | 6 791 |
| CAFE D PAQO | Caja | 65 | 83 | 90 | 85 | 100 | 82 | 93 | 108 | 73 | 85 | 102 | 119 | 1 085 |
| CAJA PARA PIZZA | Paquete | 53 | 20 | 20 | 63 | 23 | 35 | 35 | 67 | 45 | 65 | 54 | 76 | 556 |
| CAJA PIZZA R | Paquete | 181 | 220 | 205 | 234 | 180 | 254 | 256 | 225 | 186 | 225 | 242 | 255 | 2 663 |
| CARAMELO QUESO | Bolsa | 118 | 124 | 164 | 138 | 159 | 181 | 144 | 160 | 158 | 157 | 156 | 184 | 1 843 |
| CEREZAS FRASCO | Frasco | 14 | 13 | 23 | 14 | 26 | 20 | 27 | 19 | 15 | 16 | 15 | 25 | 227 |
| CHAMPINON DBANAODO | Caja | 5 | 17 | 18 | 14 | 11 | 8 | 18 | 17 | 11 | 13 | 10 | 18 | 160 |
| CHOCOLATE EN BOTELLA | Botella | 133 | 159 | 113 | 161 | 134 | 196 | 211 | 193 | 207 | 163 | 266 | 197 | 2 133 |
| CREMORA | Caja | 33 | 27 | 54 | 38 | 33 | 45 | 34 | 56 | 38 | 50 | 43 | 68 | 519 |
| DETERGENTE LIQUIDO | Caja | 10 | 9 | 14 | 12 | 8 | 13 | 11 | 14 | 10 | 12 | 23 | 22 | 158 |
| DETERGENTE UNO | Bolsa | 20 | 15 | 20 | 19 | 26 | 22 | 24 | 25 | 26 | 32 | 29 | 29 | 287 |
| ENVASE 4OZ | Bolsa | 46 | 38 | 53 | 39 | 76 | 47 | 75 | 58 | 50 | 56 | 40 | 94 | 672 |
| ENVASE 2OZ | Bolsa | 34 | 20 | 29 | 30 | 56 | 35 | 29 | 35 | 29 | 39 | 35 | 40 | 411 |
| ESPONJA X | Caja | 9 | 8 | 8 | 9 | 14 | 10 | 13 | 13 | 19 | 17 | 17 | 20 | 157 |
| ESPONJA Y | Caja | 8 | 14 | 16 | 9 | 20 | 10 | 19 | 18 | 23 | 19 | 18 | 24 | 198 |
| FIDEO A | Caja | 36 | 19 | 37 | 94 | 27 | 24 | 40 | 47 | 29 | 42 | 60 | 55 | 510 |
| FORK CA | Caja | 100 | 19 | 26 | 24 | 50 | 46 | 72 | 33 | 66 | 139 | 177 | 345 | 1 097 |
| FORTUNE LBSCA / | Caja | 165 | 319 | 121 | 113 | 238 | 407 | 406 | 171 | 441 | 657 | 622 | 1 517 | 5 177 |
| FRUJOLES OS | Caja | 485 | 352 | 405 | 451 | 503 | 403 | 448 | 540 | 406 | 420 | 392 | 399 | 5 204 |
| FRUJOLES OS | Caja | 29 | 35 | 31 | 27 | 55 | 51 | 73 | 107 | 81 | 90 | 137 | 91 | 807 |
| GALON DE ALCACHOFAS | Galón | 34 | 29 | 23 | 26 | 37 | 23 | 37 | 24 | 22 | 44 | 24 | 32 | 355 |
| GRANOLA MIEL | Caja | 17 | 14 | 24 | 25 | 25 | 24 | 24 | 17 | 18 | 30 | 23 | 24 | 265 |
| GUANTES A | Caja | 88 | 109 | 134 | 109 | 108 | 130 | 115 | 133 | 115 | 131 | 99 | 117 | 1 388 |
| GUINDAS | fardo | 14 | 13 | 23 | 14 | 26 | 20 | 27 | 19 | 15 | 16 | 15 | 25 | 227 |
| HARINA ORO | Saco | 45 | 36 | 52 | 46 | 39 | 42 | 49 | 55 | 45 | 49 | 50 | 62 | 570 |
| HOTCAKE HARINA | Bolsa | 30 | 28 | 32 | 37 | 47 | 42 | 55 | 50 | 33 | 36 | 50 | 53 | 493 |
| JABON LIGNOS | Caja | 73 | 82 | 74 | 79 | 81 | 96 | 85 | 70 | 84 | 66 | 123 | 133 | 1 046 |
| JARABE FRESA | Botella | 16 | 43 | 33 | 28 | 36 | 34 | 37 | 27 | 25 | 23 | 28 | 35 | 365 |
| JUGO PINA | Caja | 15 | 6 | 9 | 24 | 21 | 9 | 24 | 19 | 18 | 15 | 17 | 25 | 202 |
| JUGO SABOR A | Botella | 32 | 14 | 35 | 25 | 44 | 28 | 42 | 32 | 24 | 28 | 36 | 39 | 379 |
| JUGO TOMATE | Caja | 17 | 16 | 19 | 31 | 36 | 31 | 32 | 25 | 32 | 27 | 29 | 37 | 332 |
| KETCHUP DANELO | Caja | 19 | 28 | 28 | 25 | 31 | 21 | 36 | 49 | 52 | 44 | 55 | 59 | 447 |
| KETCHUP PDA 1 000/8 GR | Caja | 199 | 264 | 363 | 388 | 437 | 376 | 382 | 387 | 319 | 482 | 461 | 486 | 4 544 |
| LATA JALAPENO | Caja | 6 | 13 | 11 | 3 | 6 | 15 | 17 | 18 | 19 | 9 | 17 | 16 | 150 |
| LECHE D UHTO | Caja | 295 | 321 | 387 | 359 | 479 | 409 | 392 | 521 | 358 | 372 | 471 | 502 | 4 866 |
| LECHE TETRAPK | Caja | 134 | 93 | 103 | 250 | 235 | 219 | 154 | 164 | 129 | 143 | 78 | 117 | 1 819 |
| LIQUIDO DE AZUCAR | Caja | 35 | 42 | 39 | 36 | 47 | 48 | 54 | 56 | 34 | 45 | 49 | 53 | 538 |
| MANIA DES | Caja | 8 | 10 | 9 | 9 | 13 | 15 | 13 | 14 | 28 | 25 | 25 | 27 | 196 |
| MAYONESA ADA | Caja | 19 | 23 | 25 | 32 | 25 | 26 | 26 | 15 | 28 | 17 | 29 | 23 | 288 |
| MAYONESA DURALO | Caja | 63 | 44 | 62 | 75 | 65 | 67 | 72 | 76 | 63 | 63 | 58 | 114 | 822 |
| MOZTAZA BOTELLA | Botella | 36 | 27 | 38 | 60 | 64 | 66 | 88 | 76 | 74 | 73 | 90 | 168 | 860 |
| NACHOS BBQ | Caja | 9 | 17 | 8 | 9 | 9 | 10 | 7 | 21 | 19 | 22 | 27 | 16 | 174 |
| OLIVEOLIVE BLACK | Caja | 22 | 25 | 20 | 24 | 19 | 23 | 22 | 25 | 25 | 30 | 28 | 29 | 292 |
| PAJILLA | Bolsa | 67 | 67 | 96 | 77 | 102 | 107 | 116 | 116 | 78 | 113 | 90 | 131 | 1 160 |
| PALILLOS | Caja | 26 | 30 | 26 | 28 | 46 | 53 | 45 | 52 | 82 | 92 | 118 | 131 | 729 |
| PANELA | Bolsa | 82 | 64 | 117 | 100 | 124 | 120 | 118 | 173 | 116 | 130 | 138 | 160 | 1 442 |
| PAPEL ADVADV 2 | Caja | 60 | 55 | 77 | 79 | 59 | 66 | 81 | 71 | 72 | 40 | 86 | 84 | 830 |
| PAPEL HD | Caja | 97 | 109 | 116 | 67 | 116 | 63 | 87 | 94 | 107 | 111 | 99 | 120 | 1 186 |
| PAPEL MANILA | Rollo | 26 | 19 | 23 | 18 | 24 | 26 | 26 | 30 | 29 | 25 | 27 | 35 | 308 |
| PAPEL ROL | Caja | 339 | 350 | 400 | 370 | 402 | 398 | 471 | 417 | 439 | 560 | 632 | 718 | 5 496 |
| PASTA CHIPOTLE | Lata | 36 | 20 | 47 | 38 | 37 | 28 | 17 | 17 | 17 | 30 | 29 | 36 | 352 |
| PASTA DINI OCAJA | Caja | 13 | 14 | 10 | 6 | 20 | 10 | 15 | 22 | 9 | 19 | 14 | 18 | 170 |
| PEPINILLO 50 | Galón | 47 | 32 | 42 | 56 | 90 | 77 | 75 | 115 | 80 | 97 | 97 | 95 | 903 |
| PEPPER | Caja | 37 | 44 | 44 | 58 | 59 | 60 | 62 | 70 | 72 | 74 | 59 | 77 | 716 |
| PIZZA D FULOLY | Caja | 244 | 314 | 287 | 307 | 260 | 285 | 287 | 308 | 338 | 380 | 295 | 357 | 3 662 |
| PLATO PX | Caja | 181 | 32 | 40 | 36 | 57 | 106 | 85 | 52 | 88 | 183 | 340 | 532 | 1 732 |
| PLATOS TE | Caja | 49 | 54 | 40 | 50 | 40 | 54 | 54 | 52 | 80 | 57 | 50 | 67 | 647 |
| PRESERVANTE | Libra | 27 | 17 | 27 | 19 | 30 | 26 | 22 | 26 | 34 | 27 | 33 | 23 | 311 |
| RANCH ADEREZO GLN4 | Caja | 15 | 14 | 18 | 9 | 13 | 10 | 14 | 14 | 11 | 14 | 12 | 19 | 163 |
| SAL DE COCINA 2LB | Bolsa | 32 | 42 | 37 | 17 | 34 | 18 | 22 | 26 | 37 | 22 | 36 | 36 | 359 |
| SAL REFINADA | Caja | 26 | 26 | 42 | 43 | 36 | 35 | 73 | 32 | 45 | 38 | 40 | 53 | 489 |
| SALSA BBQ EY | Caja | 47 | 37 | 66 | 64 | 66 | 30 | 92 | 78 | 66 | 82 | 86 | 137 | 851 |

Continuación del apéndice 4.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| SALSA DE CA 4 | Caja | 24 | 18 | 22 | 27 | 26 | 20 | 14 | 17 | 10 | 15 | 16 | 16 | 225 |
| SALSA DE QUESO LATA | Caja | 53 | 46 | 69 | 50 | 65 | 305 | 27 | 55 | 62 | 41 | 52 | 54 | 879 |
| SALSA SOY | Caja | 9 | 10 | 15 | 19 | 17 | 32 | 45 | 36 | 40 | 92 | 117 | 154 | 586 |
| SATKE SALSAOZ10/ | Caja | 33 | 6 | 8 | 7 | 8 | 26 | 16 | 9 | 18 | 37 | 44 | 73 | 285 |
| SAUCE FIRE OLB | Caja | 13 | 6 | 6 | 6 | 7 | 20 | 16 | 7 | 20 | 37 | 42 | 66 | 246 |
| SAUCE GMC | Caja | 45 | 19 | 25 | 22 | 40 | 84 | 50 | 26 | 60 | 115 | 108 | 232 | 826 |
| SAUCE HONUT | Caja | 83 | 13 | 14 | 12 | 28 | 32 | 34 | 18 | 34 | 62 | 98 | 145 | 573 |
| SAUCE STIA/ 4 | Caja | 35 | 5 | 6 | 5 | 12 | 26 | 8 | 8 | 18 | 26 | 30 | 89 | 268 |
| SAUCE BBH | Caja | 23 | 32 | 25 | 33 | 29 | 25 | 30 | 33 | 34 | 48 | 38 | 39 | 389 |
| SAZONADOR MEX LIBRA | Bolsa | 49 | 42 | 75 | 73 | 97 | 69 | 85 | 79 | 66 | 80 | 87 | 148 | 950 |
| SERILLETA CLASE A | Caja | 126 | 92 | 150 | 125 | 167 | 181 | 188 | 184 | 141 | 177 | 168 | 225 | 1 924 |
| SERV XPRUNIV | Caja | 483 | 474 | 484 | 579 | 563 | 530 | 650 | 576 | 564 | 566 | 678 | 743 | 6 890 |
| SERVILLETAS CLS | Caja | 37 | 16 | 19 | 17 | 52 | 49 | 49 | 23 | 43 | 90 | 156 | 232 | 783 |
| SERVILLETAS I | Caja | 104 | 103 | 127 | 105 | 103 | 133 | 140 | 124 | 105 | 114 | 183 | 163 | 1 504 |
| SIROPE DE CHOCOLATE | Bolsa | 85 | 37 | 99 | 95 | 108 | 161 | 108 | 128 | 127 | 129 | 146 | 215 | 1 438 |
| SUSTITUTO GFGB | Tambo | 115 | 72 | 141 | 75 | 108 | 126 | 103 | 144 | 68 | 138 | 90 | 137 | 1 317 |
| TAPA 2 OZ | Bolsa | 84 | 56 | 98 | 80 | 108 | 75 | 104 | 77 | 83 | 85 | 79 | 113 | 1 052 |
| TE SABOR A | Caja | 26 | 19 | 27 | 20 | 28 | 19 | 29 | 15 | 22 | 16 | 32 | 18 | 271 |
| TOA MTMT B | Caja | 235 | 222 | 321 | 270 | 308 | 311 | 326 | 375 | 354 | 448 | 459 | 574 | 4 203 |
| VINAGRE BIDON | Tambo | 30 | 32 | 33 | 33 | 37 | 48 | 53 | 47 | 80 | 85 | 84 | 119 | 681 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Pronostico de ventas y demanda anual de producto de bodega congelada

| Producto | Unidad medida base | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 | dic-18 | Total |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ALITAS DE POLLO | Caja | 87 | 156 | 81 | 69 | 179 | 150 | 156 | 213 | 156 | 156 | 161 | 196 | 1 760 |
| AROS DE CALAMAR | Libra | 170 | 155 | 159 | 179 | 198 | 258 | 285 | 257 | 469 | 501 | 509 | 695 | 3 835 |
| AROS DE CEBOLLA | Caja | 122 | 104 | 105 | 128 | 117 | 102 | 121 | 128 | 84 | 124 | 121 | 170 | 1 426 |
| ASADO DE TIRA CON HUESO | Caja | 89 | 91 | 65 | 59 | 87 | 60 | 55 | 87 | 81 | 86 | 95 | 60 | 915 |
| BACON | Caja | 2 674 | 2 579 | 986 | 3 063 | 1 912 | 1 301 | 2 120 | 2 494 | 2 057 | 2 152 | 1 899 | 3 186 | 26 423 |
| BREAD CHICKEN | Caja | 90 | 110 | 52 | 95 | 89 | 91 | 92 | 92 | 118 | 112 | 99 | 124 | 1 164 |
| CALAMAR BABY | Caja | 19 | 25 | 25 | 24 | 35 | 41 | 64 | 35 | 54 | 82 | 61 | 83 | 548 |
| CALAMAR | Libra | 228 | 263 | 302 | 287 | 314 | 285 | 305 | 358 | 276 | 319 | 316 | 359 | 3 612 |
| CAMARON EMPANIZADO | Caja | 15 | 22 | 27 | 40 | 33 | 38 | 43 | 48 | 40 | 48 | 46 | 59 | 459 |
| CAMOTE | Caja | 197 | 201 | 249 | 223 | 203 | 415 | 277 | 106 | 56 | 247 | 82 | 138 | 2 394 |
| CARNE 3 | Caja | 65 | 145 | 203 | 110 | 219 | 301 | 342 | 295 | 264 | 344 | 306 | 442 | 3 036 |
| CARNE MOLIDA ANGUS | Caja | 55 | 67 | 58 | 68 | 63 | 60 | 66 | 61 | 89 | 86 | 82 | 80 | 835 |
| CARNE MOLIDA | Caja | 152 | 151 | 179 | 134 | 180 | 156 | 167 | 184 | 172 | 155 | 159 | 201 | 1 990 |
| CHEESE PIZZA | Caja | 338 | 303 | 302 | 301 | 283 | 298 | 324 | 312 | 263 | 332 | 325 | 422 | 3 803 |
| CHICKEN FRITU | Caja | 66 | 61 | 115 | 95 | 79 | 78 | 99 | 106 | 79 | 63 | 132 | 124 | 1 097 |
| CHORIZO ARGENTINO | Caja | 120 | 144 | 198 | 164 | 184 | 179 | 200 | 197 | 204 | 234 | 217 | 213 | 2 254 |
| CHURROS CAJA | Caja | 1 334 | 1 817 | 945 | 1 472 | 690 | 667 | 1 129 | 1 265 | 2 691 | 1 058 | 2 139 | 1 886 | 17 093 |
| COSTILLA CERDO | Libra | 2 211 | 1 172 | 1 684 | 2 921 | 2 552 | 2 195 | 2 320 | 3 063 | 2 029 | 2 418 | 3 459 | 2 249 | 28 273 |
| DEDITOS DE POLLO | Caja | 87 | 105 | 132 | 129 | 144 | 149 | 134 | 138 | 117 | 134 | 140 | 161 | 1 570 |
| DEDOS DE QUESO | Caja | 1 256 | 2 270 | 1 888 | 608 | 1 606 | 5 934 | 1 565 | 5 234 | 5 823 | 7 404 | 3 454 | 6 636 | 43 678 |
| DUSTIS | Caja | 1 165 | 1 522 | 1 977 | 1 814 | 1 773 | 2 088 | 1 654 | 1 805 | 1 543 | 1 668 | 1 376 | 1 347 | 19 732 |
| ENCANELADOS | Caja | 83 | 76 | 102 | 99 | 240 | 174 | 144 | 259 | 179 | 207 | 144 | 156 | 1 863 |
| ENTRAÑA | Caja | 43 | 41 | 40 | 34 | 41 | 34 | 33 | 32 | 20 | 32 | 26 | 45 | 421 |
| FIDEO FINO | Caja | 31 | 17 | 34 | 38 | 22 | 39 | 41 | 33 | 34 | 77 | 101 | 72 | 539 |
| FILETE DE ATUN | Caja | 48 | 57 | 48 | 53 | 55 | 52 | 56 | 55 | 79 | 69 | 69 | 78 | 719 |
| FILETE DE TILAPIA | Caja | 26 | 48 | 34 | 28 | 41 | 41 | 25 | 43 | 29 | 41 | 33 | 29 | 418 |
| GRILLED CHICKEN | Caja | 70 | 46 | 87 | 86 | 59 | 98 | 88 | 106 | 71 | 84 | 93 | 118 | 1 006 |
| GUACAMOL EN BOLSA | Caja | 42 | 43 | 45 | 34 | 34 | 44 | 29 | 41 | 34 | 38 | 44 | 57 | 485 |
| HAMBURGUESA AJONJOLI | Caja | 34 | 36 | 43 | 42 | 75 | 56 | 53 | 97 | 60 | 74 | 42 | 59 | 671 |
| HELADO 1 | Caja | 49 | 45 | 95 | 57 | 87 | 356 | 211 | 213 | 101 | 76 | 119 | 129 | 1 538 |
| JUGO DE AJO | Caja | 242 | 194 | 225 | 300 | 311 | 327 | 348 | 399 | 320 | 375 | 389 | 375 | 3 805 |

Continuación del apéndice 5.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| LOMITO | Caja | 58 | 38 | 20 | 21 | 23 | 25 | 25 | 29 | 28 | 25 | 43 | 28 | 363 |
| LOMO DE CERDO SIN HUESO | Libra | 72 | 87 | 109 | 135 | 147 | 127 | 138 | 160 | 135 | 148 | 153 | 165 | 1 576 |
| MANTEQUILLA SIN SAL | Caja | 52 | 51 | 73 | 73 | 69 | 74 | 86 | 105 | 78 | 88 | 96 | 106 | 951 |
| MARISCADA | Caja | 55 | 56 | 55 | 46 | 66 | 56 | 48 | 63 | 50 | 60 | 79 | 52 | 686 |
| MEJILLÓN ENTERO | Bolsa | 57 | 69 | 60 | 43 | 68 | 53 | 65 | 81 | 91 | 71 | 80 | 75 | 813 |
| MOZARRELLA RAYADO | Caja | 86 | 66 | 81 | 95 | 79 | 84 | 94 | 87 | 91 | 92 | 78 | 113 | 1 046 |
| PAN DE HAMBURGUESA | Caja | 771 | 1 817 | 1 300 | 4 060 | 179 | 2 628 | 1 294 | 1 980 | 1 582 | 2 220 | 2 381 | 3 686 | 23 898 |
| PAN DE MANTECA | Caja | 143 | 126 | 157 | 115 | 214 | 95 | 117 | 110 | 96 | 109 | 129 | 142 | 1 553 |
| PAN DE QUESO | Caja | 101 | 61 | 55 | 102 | 99 | 50 | 34 | 58 | 30 | 83 | 141 | 197 | 1 011 |
| PAN REDONDO | Caja | 10 | 27 | 50 | 53 | 35 | 18 | 38 | 63 | 44 | 61 | 61 | 75 | 535 |
| PAN RODAJADO BLANCO | Bolsa | 29 | 13 | 27 | 23 | 32 | 33 | 29 | 32 | 64 | 84 | 71 | 53 | 490 |
| PAPA CRISPY B | Caja | 841 | 2 624 | 2 668 | 300 | 6 210 | 3 393 | 8 625 | 5 647 | 3 761 | 5 359 | 3 289 | 7 820 | 50 537 |
| PAPA CRISPY C | Caja | 3 864 | 3 829 | 3 994 | 4 419 | 4 613 | 4 566 | 4 110 | 4 430 | 4 575 | 4 850 | 4 946 | 5 614 | 53 810 |
| PAPA EN GAJOS | Caja | 92 | 53 | 70 | 72 | 72 | 96 | 95 | 94 | 66 | 74 | 103 | 77 | 964 |
| PAPA EXTRA LARGA | Caja | 55 | 43 | 74 | 56 | 52 | 58 | 89 | 74 | 60 | 61 | 44 | 38 | 704 |
| PAPA FRITA 2 | Caja | 104 | 118 | 122 | 124 | 100 | 121 | 114 | 113 | 127 | 114 | 99 | 128 | 1 384 |
| PAPA NATURAL | Caja | 18 | 14 | 17 | 12 | 18 | 19 | 26 | 23 | 48 | 45 | 39 | 55 | 334 |
| PAPA STEALTH | Caja | 68 | 96 | 90 | 102 | 83 | 92 | 128 | 117 | 122 | 125 | 110 | 132 | 1 265 |
| PASTEL DE CHOCOLATE | Caja | 390 | 369 | 389 | 459 | 380 | 341 | 369 | 453 | 405 | 425 | 464 | 543 | 4 987 |
| PASTEL DE QUESO | Caja | 1 073 | 1 221 | 1 190 | 1 230 | 1 079 | 1 146 | 1 244 | 1 245 | 1 359 | 1 589 | 1 413 | 1 690 | 15 479 |
| PASTEL PEQUEÑO | Caja | 2 277 | 1 794 | 2 070 | 3 657 | 1 242 | 1 995 | 1 035 | 2 484 | 2 415 | 690 | 828 | 828 | 21 315 |
| PASTEL QUESO Y FRESA | Caja | 150 | 295 | 188 | 150 | 194 | 90 | 136 | 132 | 111 | 133 | 165 | 197 | 1 941 |
| PASTEL TIPO TIRAMISU | Caja | 349 | 496 | 589 | 490 | 624 | 479 | 666 | 555 | 578 | 649 | 792 | 946 | 7 213 |
| PASTEL ZANAHORIA | Caja | 198 | 204 | 244 | 276 | 331 | 244 | 313 | 252 | 228 | 230 | 286 | 272 | 3 078 |
| PASTELITOS DE CHOCOLATE | Caja | 42 | 21 | 34 | 36 | 41 | 35 | 44 | 30 | 35 | 44 | 48 | 44 | 454 |
| PATO ENTERO | Libra | 242 | 321 | 432 | 198 | 446 | 220 | 60 | 561 | 385 | 400 | 556 | 625 | 4 446 |
| PECHUGA DE POLLO | Libra | 74 | 95 | 794 | 315 | 426 | 299 | 303 | 452 | 348 | 399 | 283 | 759 | 4 547 |
| PEPPERONI | Caja | 1 434 | 1 182 | 2 306 | 1 458 | 5 722 | 3 991 | 3 339 | 9 410 | 1 999 | 3 699 | 4 163 | 2 174 | 40 877 |
| PESTEL DE LECHE | Caja | 3 499 | 4 784 | 3 899 | 4 510 | 5 234 | 4 523 | 4 891 | 5 880 | 5 702 | 7 320 | 6 084 | 7 343 | 63 669 |
| PICNIC DE CERDO | Caja | 15 | 49 | 23 | 20 | 36 | 313 | 127 | 58 | 24 | 45 | 17 | 43 | 770 |
| PLATANO PRE-FRITO | Caja | 36 | 32 | 38 | 37 | 41 | 52 | 66 | 60 | 115 | 119 | 99 | 151 | 846 |
| PLATANO REFRITO | Caja | 21 | 26 | 58 | 52 | 52 | 57 | 53 | 44 | 36 | 64 | 50 | 61 | 574 |
| POLLO AHUMADO | Caja | 46 | 56 | 65 | 55 | 53 | 51 | 92 | 80 | 71 | 80 | 59 | 72 | 780 |
| POLLO ASIATICO | Libra | 14 | 23 | 33 | 45 | 54 | 49 | 153 | 111 | 101 | 70 | 81 | 82 | 816 |
| PORTER CHOICE | Libra | 2 737 | 1 967 | 23 | 575 | 3 347 | 3 272 | 3 790 | 4 952 | 3 433 | 3 174 | 2 950 | 5 014 | 35 234 |
| PULPO PEQUEÑO | Bolsa | 81 | 98 | 111 | 101 | 104 | 86 | 126 | 117 | 159 | 121 | 136 | 115 | 1 355 |
| PLUYAZO A | Libra | 279 | 283 | 276 | 225 | 237 | 212 | 203 | 216 | 159 | 193 | 205 | 217 | 2 705 |
| PLUYAZO C | Libra | 66 | 53 | 71 | 112 | 23 | 64 | 57 | 94 | 57 | 67 | 117 | 351 | 1 132 |
| PLUYAZO D | Libra | 27 | 36 | 34 | 25 | 42 | 25 | 37 | 33 | 25 | 27 | 19 | 33 | 363 |
| QUESO MOZARELLA | Caja | 65 | 78 | 95 | 84 | 80 | 67 | 127 | 111 | 113 | 109 | 97 | 115 | 1 141 |
| QUESO MOZARELLA 2 | Bolsa | 418 | 376 | 465 | 485 | 796 | 741 | 896 | 973 | 668 | 821 | 531 | 1 028 | 8 198 |
| QUESO PARA PIZZA | Bolsa | 29 | 25 | 27 | 46 | 48 | 42 | 44 | 42 | 38 | 36 | 55 | 106 | 538 |
| QUESOS MIXTOS | Caja | 108 | 82 | 102 | 156 | 109 | 106 | 118 | 176 | 137 | 146 | 183 | 146 | 1 569 |
| RIB BONÉS | Libra | 253 | 336 | 303 | 211 | 233 | 152 | 354 | 420 | 857 | 561 | 891 | 872 | 5 443 |
| RIB CAJA | Caja | 82 | 98 | 91 | 102 | 98 | 98 | 107 | 124 | 151 | 141 | 148 | 166 | 1 406 |
| SALMON AHUMADO | Caja | 55 | 64 | 79 | 82 | 106 | 83 | 83 | 83 | 76 | 69 | 90 | 105 | 975 |
| SALMON CHILENO | Caja | 48 | 25 | 97 | 30 | 26 | 33 | 18 | 18 | 19 | 19 | 11 | 14 | 358 |
| SALSA 2 | Caja | 417 | 125 | 348 | 713 | 235 | 497 | 596 | 868 | 605 | 939 | 792 | 431 | 6 566 |
| SALSA ALFREDO | Caja | 28 | 341 | 460 | 190 | 218 | 136 | 244 | 250 | 295 | 318 | 198 | 471 | 3 149 |
| SALSA DE CERDO | Caja | 98 | 79 | 148 | 156 | 172 | 140 | 205 | 167 | 125 | 172 | 181 | 291 | 1 934 |
| SALSA DE FRIJOL | Libra | 1 964 | 1 860 | 2 843 | 2 287 | 2 381 | 3 103 | 3 271 | 2 531 | 3 336 | 2 525 | 3 534 | 3 622 | 33 257 |
| SALSA ITALIANA | Caja | 2 141 | 2 847 | 2 278 | 2 978 | 2 558 | 3 231 | 3 714 | 2 304 | 3 715 | 3 860 | 4 099 | 3 926 | 37 651 |
| SCALLOPUS | Libra | 294 | 325 | 321 | 311 | 304 | 286 | 364 | 372 | 372 | 374 | 375 | 435 | 4 133 |
| STEAK 1 | Caja | 313 | 241 | 283 | 281 | 380 | 377 | 402 | 418 | 473 | 396 | 413 | 516 | 4 493 |
| STEAK 2 | Libra | 132 | 406 | 957 | 576 | 310 | 633 | 290 | 345 | 257 | 347 | 605 | 578 | 5 436 |
| STEAK 3 | Caja | 27 | 33 | 29 | 134 | 44 | 36 | 24 | 36 | 90 | 36 | 58 | 112 | 659 |
| TILAPIA FILETE | Caja | 51 | 66 | 46 | 53 | 51 | 69 | 57 | 63 | 68 | 67 | 84 | 41 | 716 |
| TOCINO 2 | Caja | 883 | 985 | 1 173 | 1 704 | 943 | 932 | 889 | 929 | 1 106 | 1 003 | 1 206 | 1 098 | 12 851 |

Continuación del apéndice 5.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| TOCINO CANADIENSE | Caja | 27 | 32 | 67 | 65 | 76 | 67 | 50 | 42 | 49 | 43 | 27 | 53 | 598 |
| TORTA 4 | Caja | 10 | 15 | 4 | 40 | 33 | 69 | 92 | 73 | 56 | 72 | 65 | 109 | 638 |
| TORTA 6 | Caja | 658 | 506 | 1 190 | 1 974 | 1 316 | 2 151 | 1 822 | 1 620 | 2 609 | 3 046 | 2 036 | 4 474 | 23 402 |
| TORTA DE CARNE 1 | Caja | 168 | 228 | 206 | 306 | 236 | 179 | 174 | 199 | 447 | 340 | 375 | 462 | 3 320 |
| TORTA DE CARNE 2 | Caja | 112 | 1 428 | 1 800 | 2 709 | 3 959 | 2 397 | 2 253 | 1 048 | 1 194 | 1 653 | 1 959 | 2 276 | 22 788 |
| TORTA HAMBURGUESA 3 | Bandeja | 34 | 20 | 26 | 36 | 40 | 38 | 44 | 40 | 25 | 35 | 34 | 52 | 424 |
| TORTAS DE PAPA | Caja | 71 | 77 | 84 | 84 | 119 | 147 | 81 | 130 | 105 | 97 | 151 | 118 | 1 264 |
| TORTILLA 1 | Libra | 5 036 | 7 998 | 5 006 | 3 140 | 2 631 | 4 176 | 12 161 | 20 984 | 11 990 | 10 825 | 16 897 | 9 294 | 107 138 |
| TORTILLA DE MAIZ | Caja | 432 | 364 | 524 | 564 | 817 | 887 | 916 | 862 | 666 | 690 | 747 | 716 | 8 185 |
| TORTILLA MULTICOLOR | Caja | 409 | 600 | 564 | 432 | 397 | 515 | 542 | 817 | 1 061 | 1 072 | 1 320 | 1 099 | 8 828 |
| VEGETALES MIXTOS 2 | Bolsa | 148 | 58 | 46 | 140 | 34 | 16 | 139 | 185 | 46 | 77 | 61 | 30 | 980 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Demanda real calculada por suavizamiento exponencial

| Producto | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Demanda Anual $\alpha=0.8$ por unidad de medida |
|------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|---|
| ACEITE LIQUIDO B | 1 603 | 1 613 | 1 864 | 1 684 | 2 155 | 2 184 | 2 222 | 2 226 | 2 231 | 2 546 | 2 663 | 2 740 | 25 732 |
| SERV. XPRUNIV | 483 | 476 | 482 | 560 | 562 | 536 | 627 | 586 | 568 | 566 | 656 | 726 | 6 829 |
| FRUJOS OS | 485 | 379 | 400 | 441 | 491 | 421 | 443 | 521 | 429 | 422 | 398 | 399 | 5 226 |
| TOA MTMT B | 235 | 225 | 302 | 276 | 302 | 309 | 323 | 365 | 356 | 430 | 453 | 550 | 4 124 |
| PIZZA D FULOLY | 244 | 300 | 290 | 304 | 269 | 282 | 286 | 304 | 331 | 370 | 310 | 348 | 3 636 |
| KETCHUP PDA 1 000/8 GR | 199 | 251 | 341 | 379 | 425 | 386 | 383 | 386 | 332 | 452 | 459 | 481 | 4 474 |
| PLATO PX | 181 | 62 | 44 | 38 | 53 | 95 | 87 | 59 | 82 | 163 | 305 | 487 | 1 656 |
| PAPEL ROL | 339 | 348 | 390 | 374 | 396 | 398 | 456 | 425 | 436 | 535 | 613 | 697 | 5 407 |
| FORTUNE LBSCA / | 165 | 288 | 154 | 121 | 215 | 369 | 399 | 217 | 396 | 605 | 619 | 1 337 | 4 884 |
| LECHE D UHTO | 295 | 316 | 373 | 362 | 456 | 418 | 397 | 496 | 386 | 375 | 452 | 492 | 4 817 |
| CAFE D PAQO | 65 | 79 | 88 | 86 | 97 | 85 | 91 | 105 | 79 | 84 | 98 | 115 | 1 073 |
| ARROZ BLANCO | 236 | 221 | 238 | 244 | 256 | 340 | 392 | 359 | 548 | 634 | 676 | 901 | 5 044 |
| SUSTITUTO GFGB | 115 | 81 | 129 | 86 | 104 | 122 | 107 | 137 | 82 | 127 | 97 | 129 | 1 313 |
| CAJA PIZZA R | 181 | 212 | 206 | 228 | 190 | 241 | 253 | 231 | 195 | 219 | 237 | 251 | 2 645 |
| ACEITE SPRAY | 92 | 85 | 88 | 87 | 101 | 120 | 128 | 125 | 198 | 222 | 235 | 285 | 1 767 |
| ACEITE LIQUIDO A | 108 | 114 | 131 | 135 | 145 | 132 | 139 | 145 | 130 | 130 | 154 | 175 | 1 638 |
| SALSA DE QUESO LATA | 53 | 47 | 65 | 53 | 63 | 257 | 73 | 59 | 61 | 45 | 51 | 53 | 879 |
| FORK CA | 100 | 35 | 28 | 25 | 45 | 46 | 67 | 40 | 61 | 123 | 166 | 309 | 1 045 |
| MAYONESA DURALO | 63 | 48 | 59 | 72 | 66 | 67 | 71 | 75 | 65 | 63 | 59 | 103 | 812 |
| SALSA BBQ EY | 47 | 39 | 61 | 63 | 65 | 37 | 81 | 79 | 69 | 79 | 85 | 127 | 831 |
| SERVILLETAS I | 104 | 103 | 122 | 108 | 104 | 127 | 137 | 127 | 109 | 113 | 169 | 164 | 1 489 |
| JABON LIQNOS | 73 | 80 | 75 | 78 | 80 | 93 | 87 | 73 | 82 | 69 | 112 | 129 | 1 032 |
| SERVILLETAS CLS | 37 | 20 | 19 | 17 | 45 | 48 | 49 | 28 | 40 | 80 | 141 | 214 | 739 |
| AZUCAR DONADOA | 178 | 139 | 152 | 137 | 161 | 161 | 247 | 198 | 156 | 178 | 188 | 213 | 2 106 |
| PEPPER | 37 | 43 | 44 | 55 | 58 | 60 | 62 | 68 | 71 | 73 | 62 | 74 | 707 |
| LECHE TETRAPK | 134 | 101 | 103 | 221 | 232 | 222 | 168 | 165 | 136 | 142 | 91 | 112 | 1 825 |
| SERVILETA CLASE A | 126 | 99 | 140 | 128 | 159 | 177 | 186 | 184 | 150 | 172 | 169 | 214 | 1 902 |
| SAUCE HONUT | 83 | 27 | 17 | 13 | 25 | 31 | 33 | 21 | 31 | 56 | 90 | 134 | 560 |
| SATKE SALSAOZ10/ | 33 | 11 | 9 | 7 | 8 | 22 | 17 | 11 | 17 | 33 | 42 | 67 | 277 |
| SAUCE GMC | 45 | 24 | 25 | 23 | 37 | 75 | 55 | 32 | 54 | 103 | 107 | 207 | 786 |
| PAPEL HD | 97 | 107 | 114 | 76 | 108 | 72 | 84 | 92 | 104 | 110 | 101 | 116 | 1 181 |
| FIDEO A | 36 | 22 | 34 | 82 | 38 | 27 | 37 | 45 | 32 | 40 | 56 | 55 | 505 |
| BOTELLA AGUA | 362 | 335 | 393 | 384 | 405 | 529 | 590 | 550 | 684 | 660 | 795 | 956 | 6 643 |
| PLATOS TE | 49 | 53 | 43 | 49 | 42 | 52 | 54 | 52 | 74 | 60 | 52 | 64 | 643 |
| AZUCAR 2 | 66 | 66 | 76 | 69 | 75 | 98 | 104 | 101 | 152 | 154 | 159 | 216 | 1 336 |
| ADEREZO QEDDAR | 20 | 20 | 24 | 28 | 22 | 25 | 30 | 27 | 21 | 20 | 18 | 25 | 280 |
| FRUJOS OS | 29 | 34 | 32 | 28 | 50 | 51 | 69 | 99 | 85 | 89 | 127 | 98 | 790 |
| PAPEL ADVADV 2 | 60 | 56 | 73 | 78 | 63 | 65 | 78 | 72 | 72 | 46 | 78 | 83 | 824 |
| OLIVEOLIVE BLACK | 22 | 24 | 21 | 23 | 20 | 22 | 22 | 24 | 25 | 29 | 28 | 29 | 290 |
| SAUCE FIRE OLB | 13 | 7 | 6 | 6 | 7 | 17 | 16 | 9 | 18 | 33 | 40 | 61 | 234 |
| SAUCE BBH | 23 | 30 | 26 | 32 | 30 | 26 | 29 | 32 | 34 | 45 | 39 | 39 | 385 |
| SAUCE STIA/ 4 | 35 | 11 | 7 | 5 | 11 | 23 | 11 | 9 | 16 | 24 | 29 | 77 | 258 |
| SALSA SOY | 9 | 10 | 14 | 18 | 17 | 29 | 42 | 37 | 39 | 81 | 110 | 145 | 552 |
| HARINA ORO | 45 | 38 | 49 | 47 | 41 | 42 | 48 | 54 | 47 | 49 | 50 | 60 | 566 |
| SALSA DE CA 4 | 24 | 19 | 21 | 26 | 26 | 21 | 15 | 17 | 11 | 14 | 16 | 16 | 227 |

Continuación del apéndice 6.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|--------|
| RANCH ADEREZO GLN4 | 15 | 14 | 17 | 11 | 13 | 11 | 13 | 14 | 12 | 14 | 12 | 18 | 162 |
| LIQUIDO DE AZUCAR | 35 | 41 | 39 | 37 | 45 | 47 | 53 | 55 | 38 | 44 | 48 | 52 | 534 |
| CHOCOLATE EN BOTELLA | 133 | 154 | 121 | 153 | 138 | 184 | 206 | 196 | 205 | 171 | 247 | 207 | 2 114 |
| ARROZ GALDO | 42 | 32 | 50 | 31 | 43 | 53 | 47 | 45 | 43 | 52 | 42 | 44 | 523 |
| VINAGRE BIDON | 30 | 32 | 33 | 33 | 36 | 46 | 52 | 48 | 74 | 83 | 84 | 112 | 661 |
| GALON DE ALCACHOFAS | 34 | 30 | 24 | 26 | 35 | 25 | 35 | 26 | 23 | 40 | 27 | 31 | 356 |
| GUANTES A | 88 | 105 | 128 | 113 | 109 | 126 | 117 | 130 | 118 | 128 | 105 | 115 | 1 381 |
| HOTCAKE HARINA | 30 | 28 | 31 | 36 | 45 | 43 | 53 | 51 | 37 | 36 | 47 | 52 | 488 |
| AZUCAR SOBRES | 12 | 17 | 29 | 25 | 43 | 29 | 46 | 48 | 38 | 57 | 48 | 64 | 457 |
| KETCHUP DANELO | 19 | 26 | 28 | 26 | 30 | 23 | 33 | 46 | 51 | 45 | 53 | 58 | 437 |
| CHAMPINON DBANAODO | 5 | 15 | 17 | 15 | 12 | 9 | 16 | 17 | 12 | 13 | 11 | 17 | 157 |
| MAYONESA ADA | 19 | 22 | 24 | 30 | 26 | 26 | 26 | 17 | 26 | 19 | 27 | 24 | 287 |
| BANDEJA DUROPORT | 26 | 21 | 31 | 30 | 37 | 35 | 38 | 36 | 31 | 33 | 38 | 40 | 397 |
| CARAMELO QUESO | 118 | 123 | 156 | 142 | 156 | 176 | 150 | 158 | 158 | 157 | 156 | 178 | 1 828 |
| BOLSA GUA | 15 | 15 | 17 | 15 | 18 | 16 | 22 | 20 | 22 | 24 | 26 | 26 | 236 |
| PEPINILLO 50 | 47 | 35 | 41 | 53 | 83 | 78 | 76 | 107 | 85 | 95 | 97 | 95 | 891 |
| CREMORA | 33 | 28 | 49 | 40 | 34 | 43 | 36 | 52 | 41 | 48 | 44 | 63 | 511 |
| PAPEL MANILA | 26 | 20 | 22 | 19 | 23 | 25 | 26 | 29 | 29 | 26 | 27 | 33 | 306 |
| DETERGENTE LIQUIDO | 10 | 9 | 13 | 12 | 9 | 12 | 11 | 13 | 11 | 12 | 21 | 22 | 155 |
| ARROZ SACO | 22 | 24 | 28 | 31 | 38 | 31 | 37 | 36 | 29 | 35 | 45 | 47 | 403 |
| NACHOS BBO | 9 | 15 | 9 | 9 | 9 | 10 | 8 | 18 | 19 | 21 | 26 | 18 | 172 |
| LATA JALAPENO | 6 | 12 | 11 | 5 | 6 | 13 | 16 | 18 | 19 | 11 | 16 | 16 | 148 |
| ALMENDRAS | 46 | 37 | 42 | 39 | 54 | 46 | 55 | 80 | 48 | 62 | 80 | 96 | 686 |
| CAJA PARA PIZZA | 53 | 27 | 21 | 55 | 29 | 34 | 35 | 61 | 48 | 62 | 56 | 72 | 551 |
| MANIA DES | 8 | 10 | 9 | 9 | 12 | 14 | 13 | 14 | 25 | 25 | 25 | 27 | 191 |
| PASTA DINI OCAJA | 13 | 14 | 11 | 7 | 17 | 11 | 14 | 20 | 11 | 17 | 15 | 17 | 169 |
| JUGO TOMATE | 17 | 16 | 18 | 28 | 34 | 32 | 32 | 26 | 31 | 28 | 29 | 35 | 327 |
| JARABE FRESA | 16 | 38 | 34 | 29 | 35 | 34 | 36 | 29 | 26 | 24 | 27 | 33 | 361 |
| DETERGENTE UNO | 20 | 16 | 19 | 19 | 25 | 23 | 24 | 25 | 26 | 31 | 29 | 29 | 285 |
| PANELA | 82 | 68 | 107 | 101 | 119 | 120 | 118 | 162 | 125 | 129 | 136 | 155 | 1 424 |
| ESPONJA X | 9 | 8 | 8 | 9 | 13 | 11 | 13 | 13 | 18 | 17 | 17 | 19 | 154 |
| ESPONJA X | 8 | 13 | 15 | 10 | 18 | 12 | 18 | 18 | 22 | 20 | 18 | 23 | 194 |
| AZUCAR 1 | 18 | 15 | 18 | 21 | 19 | 21 | 19 | 20 | 22 | 28 | 26 | 43 | 270 |
| SIROPE DE CHOCOLATE | 85 | 47 | 89 | 94 | 105 | 150 | 116 | 126 | 127 | 129 | 143 | 201 | 1 409 |
| SAZONADOR MEX LIBRA | 49 | 43 | 69 | 72 | 92 | 74 | 83 | 80 | 69 | 78 | 85 | 135 | 928 |
| JUGO PINA | 15 | 8 | 9 | 21 | 21 | 11 | 21 | 19 | 18 | 16 | 17 | 23 | 200 |
| PAJILLA | 67 | 67 | 90 | 80 | 98 | 105 | 114 | 116 | 86 | 108 | 94 | 124 | 1 146 |
| BOLSA TRANSPARENTE A | 67 | 53 | 42 | 40 | 63 | 55 | 65 | 56 | 54 | 55 | 73 | 75 | 696 |
| SAL REFINADA | 26 | 26 | 39 | 42 | 37 | 35 | 65 | 39 | 44 | 39 | 40 | 50 | 483 |
| JUGO SABOR A | 32 | 18 | 32 | 26 | 40 | 30 | 40 | 34 | 26 | 28 | 34 | 38 | 377 |
| ENVASE 4OZ | 46 | 40 | 50 | 41 | 69 | 51 | 70 | 60 | 52 | 55 | 43 | 84 | 663 |
| CEREZAS FRASCO | 14 | 13 | 21 | 15 | 24 | 21 | 26 | 20 | 16 | 16 | 15 | 23 | 225 |
| GUINDAS | 14 | 13 | 21 | 15 | 24 | 21 | 26 | 20 | 16 | 16 | 15 | 23 | 225 |
| BOLSA TRANSPARENTE B | 24 | 10 | 8 | 17 | 23 | 16 | 24 | 31 | 22 | 28 | 26 | 33 | 264 |
| BOLSA PAPEL | 9 | 10 | 8 | 11 | 16 | 9 | 13 | 9 | 11 | 14 | 13 | 23 | 146 |
| TAPA 2 OZ | 84 | 62 | 91 | 82 | 103 | 81 | 99 | 81 | 91 | 86 | 80 | 106 | 1 046 |
| MOZTAZA BOTELLA | 36 | 29 | 36 | 55 | 62 | 65 | 83 | 77 | 75 | 73 | 87 | 152 | 831 |
| PRESERVANTE | 27 | 19 | 25 | 20 | 28 | 26 | 23 | 25 | 32 | 28 | 32 | 25 | 312 |
| PALILLOS | 26 | 29 | 27 | 28 | 42 | 51 | 46 | 51 | 76 | 89 | 112 | 127 | 704 |
| PASTA CHIPOTLE | 36 | 23 | 42 | 39 | 37 | 30 | 20 | 18 | 17 | 27 | 29 | 35 | 352 |
| TE SABOR A | 26 | 20 | 26 | 21 | 27 | 21 | 27 | 17 | 21 | 17 | 29 | 20 | 272 |
| AVENA | 36 | 45 | 45 | 44 | 44 | 95 | 63 | 62 | 60 | 62 | 81 | 103 | 741 |
| ENVASE 2OZ | 34 | 23 | 28 | 30 | 51 | 38 | 31 | 34 | 30 | 37 | 35 | 39 | 410 |
| GRANOLA MIEL | 17 | 15 | 22 | 24 | 25 | 24 | 24 | 18 | 18 | 28 | 24 | 24 | 263 |
| SAL DE COCINA 2LB | 32 | 40 | 38 | 21 | 31 | 21 | 22 | 25 | 35 | 25 | 34 | 36 | 358 |
| ADEREZO RANCH | 15 | 14 | 14 | 15 | 18 | 19 | 17 | 22 | 17 | 19 | 21 | 30 | 221 |
| BASE P/SMOTHIES COC | 8 | 10 | 13 | 11 | 10 | 25 | 27 | 44 | 22 | 38 | 24 | 26 | 260 |
| BASE P/SMOTHIES FRE | 23 | 23 | 22 | 20 | 15 | 32 | 41 | 54 | 50 | 53 | 54 | 54 | 440 |
| BASE P/SMOTHIES MAN | 21 | 17 | 21 | 15 | 17 | 28 | 31 | 47 | 43 | 53 | 39 | 39 | 372 |
| BASE P/SMOTHIES NAR | 9 | 11 | 15 | 21 | 15 | 17 | 11 | 12 | 11 | 9 | 9 | 22 | 163 |
| BASE P/SMOTHIES TROP | 9 | 11 | 11 | 16 | 13 | 16 | 9 | 7 | 12 | 6 | 9 | 20 | 139 |
| CHAMPINONES ENTEROS | 197 | 212 | 242 | 252 | 282 | 340 | 310 | 380 | 297 | 328 | 303 | 329 | 3 472 |
| CHORIZO EXTREMEÑO | 49 | 27 | 46 | 47 | 44 | 38 | 37 | 57 | 55 | 68 | 55 | 57 | 579 |
| CONCENTRADO HORCHATA | 7 | 9 | 10 | 8 | 9 | 9 | 8 | 11 | 9 | 9 | 10 | 10 | 109 |
| CONCENTRADO TAMARINDO | 9 | 7 | 9 | 10 | 8 | 9 | 8 | 10 | 8 | 7 | 10 | 8 | 102 |
| CREMA CAJA | 37 | 57 | 99 | 98 | 89 | 133 | 99 | 91 | 66 | 99 | 221 | 190 | 1 278 |
| CREMA LITRO | 82 | 72 | 98 | 72 | 66 | 84 | 87 | 85 | 78 | 60 | 59 | 50 | 895 |
| HUEVO LIQUIDO | 189 | 155 | 173 | 175 | 191 | 238 | 281 | 256 | 398 | 464 | 505 | 655 | 3 680 |
| HUEVOS | 126 | 125 | 143 | 135 | 161 | 147 | 146 | 175 | 149 | 144 | 206 | 261 | 1 916 |
| JAMON AHUMADO | 252 | 250 | 285 | 156 | 180 | 170 | 216 | 246 | 235 | 191 | 195 | 201 | 2 578 |
| JAMON CERDO | 627 | 735 | 805 | 784 | 891 | 809 | 815 | 1 006 | 850 | 833 | 912 | 1 013 | 10 082 |
| JAMON PAVO | 55 | 49 | 80 | 82 | 91 | 117 | 97 | 139 | 98 | 103 | 57 | 46 | 1 013 |

Continuación del apéndice 6.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| QUESO AMARILLO A | 21 | 30 | 46 | 43 | 35 | 29 | 26 | 29 | 22 | 38 | 32 | 30 | 381 |
| QUESO AMARILLO B | 46 | 44 | 58 | 68 | 87 | 88 | 82 | 111 | 77 | 83 | 69 | 81 | 895 |
| QUESO BLANCO | 13 | 17 | 19 | 19 | 17 | 19 | 16 | 21 | 19 | 29 | 27 | 22 | 237 |
| QUESO DE CAPAS | 194 | 211 | 256 | 262 | 307 | 241 | 297 | 372 | 262 | 316 | 310 | 300 | 3 327 |
| SIROPE DE CAFE | 11 | 8 | 10 | 9 | 9 | 11 | 13 | 16 | 14 | 11 | 12 | 16 | 141 |
| TOCINO EN TROCITOS | 489 | 452 | 495 | 423 | 726 | 715 | 533 | 803 | 577 | 525 | 563 | 836 | 7 137 |
| YOGURT FRESA | 32 | 30 | 46 | 38 | 44 | 43 | 33 | 48 | 37 | 42 | 42 | 46 | 481 |
| YOGURT NATURAL | 28 | 31 | 37 | 39 | 44 | 41 | 39 | 45 | 35 | 40 | 37 | 43 | 458 |
| ALITAS DE POLLO | 87 | 142 | 93 | 74 | 158 | 152 | 155 | 201 | 165 | 158 | 160 | 189 | 1 735 |
| AROS DE CALAMAR | 170 | 158 | 159 | 175 | 193 | 245 | 277 | 261 | 427 | 486 | 504 | 657 | 3 713 |
| AROS DE CEBOLLA | 122 | 108 | 106 | 124 | 118 | 105 | 118 | 126 | 92 | 118 | 120 | 160 | 1 416 |
| ASADO DE TIRA CON HUESO | 89 | 91 | 70 | 61 | 82 | 64 | 57 | 81 | 81 | 85 | 93 | 67 | 921 |
| BACON | 2 674 | 2 598 | 1 308 | 2 712 | 2 072 | 1 455 | 1 987 | 2 393 | 2 124 | 2 146 | 1 948 | 2 938 | 26 357 |
| BREAD CHICKEN | 90 | 106 | 63 | 89 | 89 | 91 | 92 | 92 | 113 | 112 | 102 | 120 | 1 157 |
| CALAMAR | 228 | 256 | 293 | 288 | 309 | 290 | 302 | 347 | 290 | 313 | 315 | 350 | 3 581 |
| CALAMAR BABY | 19 | 24 | 25 | 24 | 33 | 39 | 59 | 40 | 51 | 76 | 64 | 79 | 533 |
| CAMARON EMPANIZADO | 15 | 21 | 26 | 37 | 34 | 37 | 42 | 47 | 41 | 47 | 46 | 56 | 449 |
| CAMOTE | 197 | 200 | 239 | 226 | 208 | 374 | 296 | 144 | 74 | 212 | 108 | 132 | 2 410 |
| CARNE 3 | 65 | 129 | 188 | 126 | 200 | 281 | 330 | 302 | 272 | 330 | 311 | 416 | 2 948 |
| CARNE MOLIDA | 152 | 151 | 173 | 142 | 172 | 159 | 165 | 180 | 174 | 159 | 159 | 193 | 1 980 |
| CARNE MOLIDA ANGUS | 55 | 65 | 59 | 66 | 64 | 61 | 65 | 62 | 84 | 86 | 83 | 81 | 829 |
| CHEESE PIZZA | 338 | 310 | 304 | 302 | 287 | 296 | 318 | 313 | 273 | 320 | 324 | 402 | 3 787 |
| CHICKEN FRITU | 66 | 62 | 104 | 97 | 83 | 79 | 95 | 104 | 84 | 67 | 119 | 123 | 1 083 |
| CHORIZO ARGENTINO | 120 | 139 | 186 | 168 | 181 | 179 | 196 | 197 | 203 | 228 | 219 | 214 | 2 230 |
| CHURROS CAJA | 1 334 | 1 720 | 1 100 | 1 398 | 832 | 700 | 1 043 | 1 221 | 2 397 | 1 326 | 1 976 | 1 904 | 16 950 |
| COSTILLA CERDO | 2 211 | 1 380 | 1 623 | 2 661 | 2 574 | 2 271 | 2 310 | 2 912 | 2 206 | 2 376 | 3 242 | 2 448 | 28 214 |
| DEDITOS DE POLLO | 87 | 101 | 126 | 128 | 141 | 147 | 137 | 138 | 121 | 131 | 138 | 156 | 1 553 |
| DEDOS DE QUESO | 1 256 | 2 067 | 1 924 | 871 | 1 459 | 5 039 | 2 260 | 4 639 | 5 586 | 7 040 | 4 171 | 6 143 | 42 456 |
| DUSTIS | 1 165 | 1 451 | 1 872 | 1 826 | 1 784 | 2 027 | 1 729 | 1 790 | 1 592 | 1 653 | 1 431 | 1 364 | 19 682 |
| ENCANELADOS | 83 | 77 | 97 | 99 | 212 | 182 | 152 | 238 | 191 | 204 | 156 | 156 | 1 845 |
| ENTRANA | 43 | 41 | 40 | 35 | 40 | 35 | 33 | 32 | 22 | 30 | 27 | 41 | 421 |
| FIDEO FINO | 31 | 20 | 31 | 37 | 25 | 36 | 40 | 34 | 34 | 68 | 94 | 76 | 528 |
| FILETE DE ATUN | 48 | 55 | 49 | 52 | 54 | 52 | 55 | 55 | 74 | 70 | 69 | 76 | 712 |
| FILETE DE TILAPIA | 26 | 44 | 36 | 30 | 39 | 41 | 28 | 40 | 31 | 39 | 34 | 30 | 417 |
| GRILLED CHICKEN | 70 | 51 | 80 | 85 | 64 | 91 | 89 | 103 | 77 | 83 | 91 | 113 | 995 |
| GUACAMOL EN BOLSA | 42 | 43 | 45 | 36 | 34 | 42 | 32 | 39 | 35 | 37 | 43 | 54 | 482 |
| HAMBURGUESA AJONJOLI | 34 | 36 | 42 | 42 | 68 | 58 | 54 | 88 | 66 | 72 | 48 | 57 | 665 |
| HELADO 1 | 49 | 46 | 85 | 63 | 82 | 301 | 229 | 216 | 124 | 86 | 112 | 126 | 1 519 |
| JUGO DE AJO | 242 | 204 | 221 | 284 | 306 | 323 | 343 | 388 | 334 | 367 | 385 | 377 | 3 771 |
| LOMITO | 58 | 42 | 24 | 22 | 23 | 25 | 25 | 28 | 28 | 26 | 40 | 30 | 370 |
| LOMO DE CERDO SIN HUESO | 72 | 84 | 104 | 129 | 143 | 130 | 136 | 155 | 139 | 146 | 152 | 162 | 1 553 |
| MANTEQUILLA SIN SAL | 52 | 51 | 69 | 72 | 70 | 73 | 83 | 101 | 83 | 87 | 94 | 104 | 938 |
| MARISCADA | 55 | 56 | 55 | 48 | 62 | 57 | 50 | 60 | 52 | 58 | 75 | 57 | 686 |
| MEJILLÓN ENTERO | 57 | 67 | 61 | 47 | 64 | 55 | 63 | 77 | 88 | 74 | 79 | 76 | 808 |
| MOZARRELLA RAYADO | 86 | 70 | 79 | 92 | 82 | 84 | 92 | 88 | 90 | 92 | 81 | 107 | 1 041 |
| PAN DE HAMBURGUESA | 771 | 1 608 | 1 362 | 3 520 | 847 | 2 272 | 1 490 | 1 882 | 1 642 | 2 104 | 2 326 | 3 414 | 23 237 |
| PAN DE MANTECA | 143 | 129 | 151 | 122 | 196 | 115 | 117 | 111 | 99 | 107 | 125 | 139 | 1 554 |
| PAN DE QUESO | 101 | 69 | 58 | 93 | 98 | 60 | 39 | 54 | 35 | 73 | 127 | 183 | 990 |
| PAN REDONDO | 10 | 24 | 45 | 51 | 38 | 22 | 35 | 57 | 47 | 58 | 60 | 72 | 519 |
| PAN RODAJADO BLANCO | 29 | 16 | 25 | 23 | 30 | 32 | 30 | 32 | 58 | 79 | 73 | 57 | 483 |
| PAPA CRISPY B | 841 | 2 267 | 2 588 | 758 | 5 120 | 3 738 | 7 648 | 6 047 | 4 218 | 5 131 | 3 657 | 6 987 | 49 000 |
| PAPA CRISPY C | 3 864 | 3 836 | 3 962 | 4 328 | 4 556 | 4 564 | 4 201 | 4 384 | 4 537 | 4 787 | 4 914 | 5 474 | 53 407 |
| PAPA EN GAJOS | 92 | 61 | 68 | 71 | 72 | 91 | 84 | 94 | 72 | 74 | 97 | 81 | 967 |
| PAPA EXTRA LARGA | 55 | 45 | 68 | 58 | 53 | 57 | 83 | 76 | 63 | 61 | 47 | 40 | 708 |
| PAPA FRITA 2 | 104 | 115 | 121 | 123 | 105 | 118 | 115 | 113 | 124 | 116 | 102 | 123 | 1 379 |
| PAPA NATURAL | 18 | 15 | 17 | 13 | 17 | 19 | 25 | 23 | 43 | 45 | 40 | 52 | 325 |
| PAPA STEALTH | 68 | 90 | 90 | 100 | 86 | 91 | 121 | 118 | 121 | 124 | 113 | 128 | 1 250 |
| PASTEL DE CHOCOLATE | 390 | 373 | 386 | 444 | 393 | 351 | 365 | 435 | 411 | 422 | 456 | 526 | 4 953 |
| PASTEL DE QUESO | 1 073 | 1 191 | 1 190 | 1 222 | 1 108 | 1 138 | 1 223 | 1 241 | 1 335 | 1 538 | 1 438 | 1 640 | 15 337 |
| PASTEL PEQUEÑO | 2 277 | 1 891 | 2 034 | 3 332 | 1 660 | 1 928 | 1 214 | 2 230 | 2 378 | 1 028 | 868 | 836 | 21 675 |
| PASTEL QUESO Y FRESA | 150 | 266 | 204 | 161 | 187 | 109 | 131 | 132 | 115 | 129 | 158 | 189 | 1 931 |
| PASTEL TIPO TIRAMISU | 349 | 467 | 565 | 505 | 600 | 503 | 633 | 571 | 577 | 635 | 761 | 909 | 7 073 |
| PASTEL ZANAHORIA | 198 | 203 | 236 | 268 | 318 | 259 | 302 | 262 | 235 | 231 | 275 | 273 | 3 059 |
| PASTELITOS DE CHOCOLATE | 42 | 25 | 32 | 35 | 40 | 36 | 42 | 32 | 34 | 42 | 47 | 45 | 453 |
| PATO ENTERO | 242 | 305 | 407 | 240 | 405 | 257 | 99 | 469 | 402 | 400 | 525 | 605 | 4 355 |
| PECHUGA DE POLLO | 74 | 91 | 653 | 383 | 417 | 323 | 307 | 423 | 363 | 392 | 305 | 668 | 4 398 |
| PEPPERONI | 1 434 | 1 232 | 2 091 | 1 585 | 4 895 | 4 172 | 3 506 | 8 229 | 3 245 | 3 608 | 4 052 | 2 550 | 40 598 |
| PESTEL DE LECHE | 3 499 | 4 527 | 4 025 | 4 413 | 5 070 | 4 632 | 4 839 | 5 672 | 5 696 | 6 995 | 6 266 | 7 128 | 62 762 |
| PICNIC DE CERDO | 15 | 42 | 27 | 21 | 33 | 257 | 153 | 77 | 35 | 43 | 22 | 39 | 764 |
| PLATANO PRE-FRITO | 36 | 33 | 37 | 37 | 40 | 50 | 63 | 61 | 104 | 116 | 102 | 141 | 820 |
| PLATANO REFRITO | 21 | 25 | 51 | 52 | 52 | 56 | 54 | 46 | 38 | 59 | 52 | 59 | 564 |
| POLLO AHUMADO | 46 | 54 | 63 | 57 | 54 | 52 | 84 | 81 | 73 | 79 | 63 | 70 | 774 |
| POLLO ASIÁTICO | 14 | 21 | 31 | 42 | 52 | 50 | 132 | 115 | 104 | 77 | 80 | 82 | 799 |
| PORTER CHOICE | 2 737 | 2 121 | 443 | 549 | 2 787 | 3 175 | 3 667 | 4 695 | 3 685 | 3 276 | 3 015 | 4 614 | 34 765 |

Continuación del apéndice 6.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| PULPO PEQUEÑO | 81 | 95 | 108 | 102 | 104 | 90 | 119 | 117 | 151 | 127 | 134 | 119 | 1 346 |
| PUYAZO A | 279 | 282 | 277 | 235 | 237 | 217 | 206 | 214 | 170 | 188 | 202 | 214 | 2 721 |
| PUYAZO C | 66 | 56 | 68 | 103 | 39 | 59 | 57 | 87 | 63 | 66 | 107 | 302 | 1 073 |
| PUYAZO D | 27 | 34 | 34 | 27 | 39 | 28 | 35 | 33 | 27 | 27 | 21 | 31 | 362 |
| QUESO MOZZARELLA | 65 | 75 | 91 | 85 | 81 | 70 | 116 | 112 | 113 | 110 | 100 | 112 | 1 129 |
| QUESO MOZZARELLA 2 | 418 | 384 | 449 | 478 | 732 | 739 | 865 | 951 | 725 | 802 | 585 | 939 | 8 068 |
| QUESO PARA PIZZA | 29 | 26 | 27 | 42 | 47 | 43 | 44 | 42 | 39 | 37 | 51 | 95 | 521 |
| QUESOS MIXTOS | 108 | 87 | 99 | 145 | 116 | 108 | 116 | 164 | 142 | 145 | 175 | 152 | 1 558 |
| RIB BONES | 253 | 319 | 306 | 230 | 232 | 168 | 317 | 399 | 765 | 602 | 833 | 864 | 5 290 |
| RIB CAJA | 82 | 95 | 92 | 100 | 98 | 98 | 105 | 120 | 145 | 142 | 147 | 162 | 1 386 |
| SALMON AHUMADO | 55 | 62 | 76 | 81 | 101 | 87 | 84 | 83 | 77 | 71 | 86 | 101 | 963 |
| SALMON CHILENO | 48 | 30 | 84 | 41 | 29 | 32 | 21 | 19 | 19 | 19 | 13 | 14 | 367 |
| SALSA 2 | 417 | 183 | 315 | 633 | 315 | 461 | 569 | 808 | 646 | 880 | 810 | 507 | 6 544 |
| SALSA ALFREDO | 28 | 278 | 424 | 237 | 222 | 153 | 226 | 245 | 285 | 311 | 221 | 421 | 3 051 |
| SALSA DE CERDO | 98 | 83 | 135 | 152 | 168 | 146 | 193 | 172 | 134 | 164 | 178 | 268 | 1 891 |
| SALSA DE FRJOL | 1 964 | 1 881 | 2 651 | 2 360 | 2 377 | 2 958 | 3 208 | 2 666 | 3 202 | 2 660 | 3 359 | 3 569 | 32 856 |
| SALSA ITALIANA | 2 141 | 2 706 | 2 364 | 2 855 | 2 617 | 3 108 | 3 593 | 2 562 | 3 484 | 3 785 | 4 036 | 3 948 | 37 199 |
| SCALLOPUS | 294 | 319 | 321 | 313 | 306 | 290 | 349 | 367 | 371 | 373 | 375 | 423 | 4 101 |
| STEAK 1 | 313 | 255 | 277 | 280 | 360 | 374 | 396 | 414 | 461 | 409 | 412 | 495 | 4 447 |
| STEAK 2 | 132 | 351 | 836 | 628 | 374 | 581 | 348 | 346 | 275 | 333 | 551 | 573 | 5 326 |
| STEAK 3 | 27 | 32 | 30 | 113 | 58 | 40 | 27 | 34 | 79 | 45 | 55 | 101 | 641 |
| TILAPIA FILETE | 51 | 63 | 49 | 52 | 51 | 65 | 59 | 62 | 67 | 67 | 81 | 49 | 717 |
| TOCINO 2 | 883 | 965 | 1 131 | 1 589 | 1 072 | 960 | 903 | 924 | 1 070 | 1 016 | 1 168 | 1 112 | 12 794 |
| TOCINO CANADIENSE | 27 | 31 | 60 | 64 | 74 | 68 | 54 | 44 | 48 | 44 | 30 | 48 | 593 |
| TORTA 4 | 10 | 14 | 6 | 33 | 33 | 62 | 86 | 76 | 60 | 70 | 66 | 100 | 615 |
| TORTA 6 | 658 | 536 | 1 059 | 1 791 | 1 411 | 2 003 | 1 858 | 1 668 | 2 421 | 2 921 | 2 213 | 4 022 | 22 561 |
| TORTA DE CARNE 1 | 168 | 216 | 208 | 286 | 246 | 192 | 178 | 195 | 397 | 351 | 370 | 444 | 3 251 |
| TORTA DE CARNE 2 | 112 | 1 165 | 1 673 | 2 502 | 3 668 | 2 651 | 2 333 | 1 305 | 1 216 | 1 566 | 1 880 | 2 197 | 22 267 |
| TORTA HAMBURGUESA 3 | 34 | 23 | 25 | 34 | 39 | 38 | 43 | 41 | 28 | 34 | 34 | 48 | 420 |
| TORTAS DE PAPA | 71 | 76 | 82 | 84 | 112 | 140 | 93 | 123 | 109 | 99 | 141 | 123 | 1 251 |
| TORTILLA 1 | 5 036 | 7 406 | 5 486 | 3 609 | 2 827 | 3 906 | 10 510 | 18 889 | 13 370 | 11 334 | 15 784 | 10 592 | 108 749 |
| TORTILLA DE MAIZ | 432 | 378 | 495 | 550 | 764 | 862 | 905 | 871 | 707 | 693 | 736 | 720 | 8 113 |
| TORTILLA MULTICOLOR | 409 | 562 | 564 | 458 | 409 | 494 | 532 | 760 | 1 001 | 1 058 | 1 268 | 1 133 | 8 647 |
| VEGETALES MIXTOS 2 | 148 | 76 | 52 | 122 | 52 | 23 | 116 | 171 | 71 | 76 | 64 | 37 | 1 008 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. CANTIDADES ÓPTIMAS BODEGA SECA

| Producto | Unidad medida base | Cajas por tarima | Demanda real (r) unidades al año | Cantidad optima a pedir (Q) Unidades | No de pedidos (N) | Tiempo entre pedidos (días) | Stock de Seguridad | Costo Total óptimo (CT óptimo) | Ahorro al año con el metodo propuesto | Porcentaje del valor total | Porcentaje Acumulado | Clasificación ABC |
|-------------------------|--------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| ACEITE LIQUIDO B | Caja | 90 | 25,732 | 2121 | 12 | 30 | 1084 | Q 3,794,840.38 | Q 90,990.16 | 21.43% | 21.43% | A |
| SERV. XPRUNIV | Caja | 72 | 6,829 | 977 | 7 | 52 | 287 | Q 1,358,155.81 | Q 52,408.83 | 7.67% | 29.10% | A |
| FRUJONES OS | Caja | 72 | 5,226 | 855 | 6 | 59 | 217 | Q 1,153,320.78 | Q 45,843.78 | 6.51% | 35.61% | A |
| TOA MIMI B | Caja | 72 | 4,124 | 759 | 5 | 66 | 175 | Q 818,210.54 | Q 40,727.62 | 4.62% | 40.23% | A |
| PIZZA D FULOLY | Caja | 45 | 3,636 | 564 | 6 | 56 | 153 | Q 731,755.61 | Q 48,571.76 | 4.13% | 44.36% | A |
| KETCHUP PDA 1.000/8 GR | Caja | 72 | 4,474 | 791 | 6 | 64 | 189 | Q 548,752.71 | Q 42,417.23 | 3.10% | 47.46% | A |
| PLATO PX | Caja | 24 | 1,656 | 278 | 6 | 60 | 72 | Q 484,205.98 | Q 44,694.64 | 2.73% | 50.20% | A |
| PAPEL ROL | Caja | 24 | 5,407 | 502 | 11 | 33 | 229 | Q 472,892.96 | Q 80,766.96 | 2.67% | 52.87% | A |
| FORTUNE LibraSCA / | Caja | 24 | 4,884 | 477 | 10 | 35 | 216 | Q 462,117.78 | Q 76,764.29 | 2.61% | 55.48% | A |
| LECHE D UHTO | Caja | 35 | 4,817 | 572 | 8 | 43 | 203 | Q 404,632.90 | Q 63,128.31 | 2.28% | 57.76% | A |
| CAFE D PAGO | Caja | 30 | 1,073 | 250 | 4 | 84 | 45 | Q 363,896.63 | Q 32,177.43 | 2.95% | 59.82% | A |
| ARROZ BLANCO | Caja | 24 | 5,044 | 485 | 10 | 35 | 217 | Q 271,868.76 | Q 78,010.63 | 2.01% | 61.83% | A |
| SUSTITUTO GFGB | Caja | 16 | 1,313 | 202 | 7 | 55 | 55 | Q 350,538.95 | Q 48,756.52 | 1.98% | 63.81% | A |
| CAJIA PIZZA R | Caja | 35 | 2,645 | 424 | 6 | 58 | 111 | Q 301,376.97 | Q 46,783.27 | 1.70% | 65.51% | A |
| ACEITE SPRAY | Caja | 45 | 1,767 | 393 | 4 | 80 | 76 | Q 290,986.23 | Q 33,717.15 | 1.64% | 67.15% | A |
| ACEITE LIQUIDO A | Caja | 90 | 1,638 | 535 | 3 | 118 | 69 | Q 288,180.29 | Q 22,959.16 | 1.63% | 68.78% | A |
| SALSA DE QUESO LATA | saco | 54 | 879 | 304 | 3 | 124 | 37 | Q 284,785.83 | Q 21,709.92 | 1.61% | 70.39% | A |
| FORK D | Caja | 30 | 1,045 | 247 | 4 | 85 | 46 | Q 274,291.82 | Q 21,755.06 | 1.55% | 71.94% | A |
| MAYONESA DURALO | Caja | 35 | 812 | 285 | 3 | 104 | 34 | Q 271,868.76 | Q 25,919.30 | 1.53% | 73.47% | A |
| SALSA BBQ EY | Caja | 45 | 831 | 270 | 3 | 117 | 35 | Q 251,941.66 | Q 23,126.26 | 1.42% | 74.90% | B |
| SERVILLETAS I | Caja | 24 | 1,489 | 263 | 6 | 64 | 63 | Q 249,823.49 | Q 42,385.26 | 1.41% | 76.31% | B |
| JABON LIONOS | Caja | 24 | 1,032 | 219 | 5 | 77 | 44 | Q 231,563.60 | Q 35,287.66 | 1.31% | 77.61% | B |
| SERVILLETAS CLS | Caja | 35 | 739 | 224 | 3 | 109 | 33 | Q 210,836.83 | Q 24,723.67 | 1.19% | 78.80% | B |
| AZUCAR DONADOA | Caja | 72 | 2,106 | 543 | 4 | 93 | 88 | Q 189,944.35 | Q 29,105.57 | 1.07% | 79.88% | B |
| PEPPER | Caja | 35 | 707 | 219 | 3 | 112 | 30 | Q 163,266.43 | Q 24,377.28 | 0.92% | 80.80% | B |
| LECHE TETRAPK | Caja | 24 | 1,825 | 292 | 6 | 68 | 24 | Q 161,898.47 | Q 46,919.61 | 0.91% | 81.70% | B |
| SERILLETA CLASE A | Caja | 35 | 1,902 | 360 | 5 | 68 | 80 | Q 157,941.81 | Q 39,669.72 | 0.89% | 82.60% | B |
| SAUCE HONUT | Caja | 72 | 560 | 280 | 2 | 180 | 24 | Q 145,955.12 | Q 15,011.13 | 0.82% | 83.42% | B |
| SATKE SALSAOZ10/ | Caja | 72 | 277 | 197 | 1 | 256 | 12 | Q 121,728.66 | Q 10,546.53 | 0.69% | 84.11% | B |
| SAUCE GMC | Caja | 54 | 786 | 287 | 3 | 132 | 34 | Q 119,587.14 | Q 20,523.77 | 0.68% | 84.78% | B |
| PAPEL HD | Caja | 54 | 1,181 | 352 | 3 | 107 | 49 | Q 110,370.77 | Q 25,167.74 | 0.62% | 85.41% | B |
| FIBRO A | Caja | 24 | 505 | 153 | 3 | 109 | 21 | Q 107,708.55 | Q 24,689.16 | 0.61% | 86.01% | B |
| BOTELLA AGUA | Libra | 54 | 6,643 | 835 | 1 | 45 | 283 | Q 101,898.09 | Q 59,683.91 | 0.60% | 86.61% | B |
| PLATOS TE | Libra | 54 | 643 | 260 | 2 | 145 | 27 | Q 103,034.77 | Q 18,572.57 | 0.58% | 87.20% | B |
| AZUCAR 2 | Caja | 45 | 1,336 | 342 | 4 | 92 | 57 | Q 95,497.96 | Q 29,316.04 | 0.54% | 87.74% | B |
| ADEREZO QEDDAR | Caja | 24 | 280 | 114 | 2 | 147 | 12 | Q 90,725.11 | Q 18,369.81 | 0.51% | 88.25% | B |
| FRUJONES OS | Caja | 35 | 790 | 232 | 3 | 106 | 34 | Q 84,692.34 | Q 25,560.67 | 0.48% | 88.73% | B |
| PAPEL ADVADY 2 | Caja | 54 | 824 | 294 | 3 | 128 | 35 | Q 76,709.45 | Q 21,024.48 | 0.43% | 89.16% | B |
| OLIVEOLIVE BLACK | Caja | 72 | 290 | 201 | 1 | 250 | 12 | Q 75,625.07 | Q 10,805.14 | 0.43% | 89.59% | B |
| SAUCE FIRE OUBRA | Libra | 54 | 234 | 157 | 1 | 241 | 11 | Q 60,947.26 | Q 11,202.82 | 0.34% | 90.91% | B |
| SAUCE BBH | Libra | 54 | 385 | 201 | 2 | 188 | 16 | Q 73,484.57 | Q 14,368.19 | 0.41% | 90.43% | B |
| SAUCE STIA/ 4 | Caja | 35 | 258 | 132 | 2 | 185 | 11 | Q 72,276.55 | Q 14,596.32 | 0.41% | 90.83% | B |
| SALSA SOY | Caja | 30 | 552 | 179 | 3 | 117 | 24 | Q 67,518.20 | Q 23,081.91 | 0.38% | 91.22% | B |
| HARINA ORO | Caja | 54 | 566 | 244 | 2 | 155 | 24 | Q 66,580.73 | Q 17,427.36 | 0.38% | 91.59% | B |
| SALSA DE CA 4 | Caja | 45 | 227 | 141 | 2 | 223 | 9 | Q 63,607.91 | Q 12,086.59 | 0.36% | 91.95% | B |
| RANCH ADEREZO GLN4 | saco | 54 | 162 | 130 | 1 | 289 | 7 | Q 63,452.57 | Q 9,339.17 | 0.36% | 92.31% | B |
| LIQUIDO DE AZUCAR | Caja | 24 | 2,114 | 471 | 3 | 106 | 22 | Q 59,947.26 | Q 22,377.28 | 0.34% | 92.65% | B |
| CHOCOLATE EN BOTELLA | Caja | 54 | 534 | 471 | 4 | 80 | 89 | Q 59,392.41 | Q 33,673.41 | 0.34% | 92.98% | B |
| ARROZ PRECOCIDO | Bolsa | 30 | 523 | 175 | 3 | 120 | 22 | Q 56,314.97 | Q 22,477.40 | 0.32% | 93.30% | B |
| VINAGRE BIDON | Caja | 35 | 661 | 212 | 3 | 115 | 28 | Q 55,287.48 | Q 23,376.91 | 0.31% | 93.61% | B |
| GalonesON DE ALCACHOFAS | Caja | 54 | 356 | 193 | 2 | 195 | 15 | Q 51,449.16 | Q 13,811.84 | 0.29% | 93.90% | B |
| GUANTES A | Caja | 75 | 1,381 | 449 | 3 | 117 | 58 | Q 49,335.63 | Q 23,094.19 | 0.28% | 94.18% | B |
| HOTCAKE HARINA | Caja | 16 | 488 | 123 | 4 | 91 | 21 | Q 48,215.17 | Q 29,704.70 | 0.27% | 94.46% | B |
| AZUCAR SOBRES | Caja | 35 | 457 | 176 | 3 | 139 | 20 | Q 45,636.91 | Q 19,444.58 | 0.26% | 94.71% | B |
| KETCHUP DANELO | Caja | 35 | 437 | 172 | 3 | 142 | 19 | Q 44,843.61 | Q 19,021.05 | 0.25% | 94.97% | B |
| CHAMPINON DBANADOO | Caja | 16 | 157 | 70 | 2 | 160 | 7 | Q 41,524.89 | Q 16,863.15 | 0.23% | 95.20% | C |
| MAYONESA ADA | Caja | 35 | 287 | 140 | 2 | 175 | 12 | Q 39,214.18 | Q 15,404.15 | 0.22% | 95.42% | C |
| BANDEJA DUROPORT | Caja | 24 | 397 | 136 | 3 | 123 | 17 | Q 38,598.55 | Q 21,875.32 | 0.22% | 95.64% | C |
| CARAMELO QUESO | Caja | 36 | 1,828 | 358 | 5 | 70 | 77 | Q 37,762.42 | Q 38,344.59 | 0.21% | 95.85% | C |
| Bolsa GUA | Caja | 24 | 236 | 105 | 2 | 160 | 10 | Q 36,128.98 | Q 16,882.61 | 0.20% | 96.06% | C |
| PEPINILO 50 | Caja | 50 | 891 | 254 | 3 | 119 | 39 | Q 32,715.11 | Q 22,715.11 | 0.20% | 96.26% | C |
| CREMORA | Caja | 35 | 511 | 186 | 3 | 131 | 22 | Q 35,443.49 | Q 20,570.62 | 0.20% | 96.46% | C |
| PAPEL MANILA | Caja | 72 | 306 | 207 | 1 | 243 | 13 | Q 34,986.65 | Q 11,096.60 | 0.20% | 96.66% | C |
| DETERGENTE LIQUIDO | Caja | 35 | 155 | 103 | 2 | 238 | 7 | Q 34,889.37 | Q 11,326.61 | 0.20% | 96.85% | C |
| ARROZ SACO | Caja | 35 | 403 | 165 | 2 | 148 | 17 | Q 33,435.74 | Q 18,252.55 | 0.19% | 97.04% | C |
| NACHOS BBO | Libra | 54 | 172 | 134 | 1 | 281 | 7 | Q 33,124.92 | Q 9,597.10 | 0.19% | 97.23% | C |
| LATA JALAPENO | Caja | 30 | 148 | 93 | 2 | 226 | 6 | Q 30,808.96 | Q 11,932.50 | 0.17% | 97.40% | C |
| ALMENDRAS | Caja | 72 | 686 | 310 | 2 | 163 | 29 | Q 29,996.92 | Q 16,609.34 | 0.17% | 97.57% | C |
| CAJA PARA PIZZA | Unidad | 30 | 551 | 179 | 3 | 117 | 23 | Q 28,339.02 | Q 23,067.66 | 0.16% | 97.73% | C |
| MANIA DES | Caja | 45 | 191 | 129 | 1 | 243 | 8 | Q 27,984.89 | Q 11,096.55 | 0.16% | 97.89% | C |
| PASTA DINI OCAJA | Caja | 54 | 169 | 133 | 1 | 284 | 7 | Q 24,829.92 | Q 9,517.40 | 0.14% | 98.03% | C |
| JUGO TOMATE | Caja | 24 | 327 | 124 | 3 | 136 | 14 | Q 24,436.46 | Q 19,875.70 | 0.14% | 98.17% | C |
| JARABE FRESA | Caja | 24 | 361 | 130 | 3 | 129 | 15 | Q 24,149.58 | Q 20,860.01 | 0.14% | 98.30% | C |
| DETERGENTE UNO | Caja | 35 | 285 | 139 | 2 | 176 | 12 | Q 19,957.51 | Q 15,348.47 | 0.11% | 98.42% | C |
| PANELA | Caja | 100 | 1,424 | 526 | 3 | 133 | 60 | Q 19,335.45 | Q 20,304.31 | 0.11% | 98.53% | C |
| ESPONJA X | Caja | 24 | 154 | 85 | 2 | 198 | 7 | Q 16,744.51 | Q 13,648.86 | 0.09% | 98.62% | C |
| ESPONJA X | Caja | 72 | 194 | 165 | 1 | 305 | 8 | Q 16,741.46 | Q 8,839.60 | 0.09% | 98.71% | C |
| AZUCAR 1 | Bolsa | 30 | 270 | 125 | 2 | 167 | 12 | Q 16,626.97 | Q 16,138.41 | 0.09% | 98.81% | C |
| SIROPE DE CHOCOLATE | saco | 72 | 1,409 | 444 | 3 | 113 | 60 | Q 16,345.05 | Q 23,806.14 | 0.09% | 98.90% | C |
| SAZONADOR MEX | Libra | 100 | 928 | 425 | 2 | 165 | 40 | Q 15,547.77 | Q 16,396.32 | 0.09% | 98.99% | C |
| JUGO PINA | Caja | 54 | 200 | 145 | 1 | 261 | 8 | Q 14,992.71 | Q 10,353.92 | 0.08% | 99.07% | C |
| PAJILLA | Unidad | 30 | 1,146 | 258 | 4 | 81 | 48 | Q 14,835.54 | Q 33,257.42 | 0.08% | 99.16% | C |
| Bolsa TRANSPARENTE A | Unidad | 30 | 896 | 201 | 3 | 104 | 29 | Q 14,604.89 | Q 25,920.92 | 0.08% | 99.24% | C |
| SAL REFINADA | Caja | 45 | 483 | 205 | 2 | 153 | 20 | Q 12,935.93 | Q 17,628.15 | 0.07% | 99.31% | C |
| JUGO SABOR A | Caja | 54 | 377 | 199 | 2 | 190 | 16 | Q 12,293.60 | Q 14,227.65 | 0.07% | 99.38% | C |
| ENBVASE 40Z | Caja | 45 | 663 | 241 | 3 | 131 | 28 | Q 11,980.58 | Q 20,648.23 | 0.07% | 99.45% | C |
| CEREZAS FRASCO | Caja | 10 | 225 | 66 | 3 | 106 | 9 | Q 10,678.51 | Q 25,510.59 | 0.06% | 99.51% | C |
| GUINDAS | Caja | 54 | 225 | 154 | 1 | 246 | 9 | Q 10,678.51 | Q 10,978.01 | 0.06% | 99.57% | C |
| Bolsa TRANSPARENTE B | Caja | 54 | 264 | 166 | 2 | 227 | 11 | Q 10,934.95 | Q 11,891.00 | 0.06% | 99.63% | C |
| AVENA | Caja | 24 | 146 | 83 | 2 | 203 | 6 | Q 9,893.32 | Q 13,290.05 | 0.05% | 99.68% | C |
| TAPA 2 OZ | Caja | 24 | 1,046 | 221 | 5 | 76 | 44 | Q 8,777.67 | Q 35,531.97 | 0.05% | 99.73% | C |
| MOZTATA BOTELLA | Caja | 35 | 831 | 238 | 3 | 103 | 36 | Q 7,207.87 | Q 26,221.92 | 0.04% | 99.77% | C |
| PRESERVANTE | Caja | 35 | 312 | 146 | 2 | 168 | 13 | Q 6,537.09 | Q 16,054.99 | 0.04% | 99.81% | C |
| PAJILLOS | Caja | 35 | 704 | 219 | 3 | 112 | 30 | Q 6,352.58 | Q 24,128.92 | 0.04% | 99.85% | C |
| PASTA CHIPOTLE | Caja | 16 | 352 | 105 | 3 | 107 | 15 | Q 6,265.15 | Q 25,253.26 | 0.04% | 99.88% | C |
| TE SABOR A | Caja | 24 | 272 | 113 | 2 | 149 | 11 | Q 6,004.79 | Q 18,139.85 | 0.03% | 99.92% | C |
| AVENA | Caja | 72 | 741 | 322 | 2 | 156 | 32 | Q 5,538.36 | Q 17,264.95 | 0.03% | 99.95% | C |
| ENBVASE 20Z | Caja | 35 | 410 | 167 | 2 | 147 | 17 | Q 4,866.84 | Q 18,411.72 | 0.03% | 99.98% | C |
| GRANOLA MIEL | Caja | 25 | 263 | 113 | 2 | 155 | 11 | Q 3,357.70 | Q 17,462.16 | 0.02% | 99.99% | C |
| SAL DE COCINA 2Libra | Caja | 30 | | | | | | | | | | |

Apéndice 8. Cantidades óptimas bodega refrigerada

| PRODUCTO | Unidad medida base | Media por semana X | Desviación estándar σ | Costo C | Precio de Venta PV | Costo de pedido especial | Valor de salvamento VS | Penalización B | Costo de faltante Cf | Costo de excedente (Ce) | Paso 1 P (D <= Q*) CF/(CF+CE) | Paso 2 Radio crítico (Z) | Cantidad óptima a pedir (Q*) Unidades | Clasificación ABC | Stock de Seguridad por Semana |
|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------|--------------------|--------------------------|------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| CREMA CAJA | Caja | 25 | 25 | Q 508.03 | Q787.45 | Q 889.06 | Q 196.86 | Q 101.61 | Q 381.02 | Q 311.17 | 0.55 | 0.1268 | 28 | A | 14 |
| CREMA LITRO | Caja | 17 | 15 | Q 520.77 | Q807.19 | Q 911.34 | Q 201.80 | Q 104.15 | Q 390.58 | Q 318.97 | 0.55 | 0.1268 | 19 | A | 9 |
| HUEVO LIQUIDO | Galón | 73 | 23 | Q 63.53 | Q 98.47 | Q 111.17 | Q 24.62 | Q 12.71 | Q 47.65 | Q 38.91 | 0.55 | 0.1268 | 76 | A | 40 |
| HUEVOS | Caja | 38 | 18 | Q 265.18 | Q411.03 | Q 464.06 | Q 102.76 | Q 53.04 | Q 198.88 | Q 162.42 | 0.55 | 0.1268 | 40 | A | 20 |
| JAMON AHUMADO | Libra | 49 | 19 | Q 95.14 | Q147.47 | Q 166.50 | Q 36.87 | Q 19.03 | Q 71.36 | Q 58.27 | 0.55 | 0.1268 | 52 | A | 27 |
| QUESO AMARILLO A | Caja | 7 | 9 | Q 602.68 | Q934.15 | Q1,054.68 | Q 233.54 | Q 120.54 | Q 452.01 | Q 369.14 | 0.55 | 0.1268 | 9 | A | 4 |
| TOCINO EN TROCITOS | Bandeja | 139 | 65 | Q 21.43 | Q 33.21 | Q 37.50 | Q 8.30 | Q 4.29 | Q 16.07 | Q 13.12 | 0.55 | 0.1268 | 147 | A | 75 |
| ADEREZO RANCH | Galón | 4 | 5 | Q 317.58 | Q492.24 | Q 555.76 | Q 123.06 | Q 63.52 | Q 238.18 | Q 194.52 | 0.55 | 0.1268 | 5 | B | 2 |
| BASE P/SMOOTHIES NAR | Litro | 3 | 5 | Q 294.86 | Q456.72 | Q 515.65 | Q 114.18 | Q 58.33 | Q 220.99 | Q 180.48 | 0.55 | 0.1268 | 4 | B | 2 |
| BASE P/SMOOTHIES TROP | Litro | 3 | 5 | Q 294.86 | Q456.72 | Q 515.65 | Q 114.18 | Q 58.33 | Q 220.99 | Q 180.48 | 0.55 | 0.1268 | 3 | B | 1 |
| CHAMPIGNONES ENTEROS | Bandeja | 67 | 19 | Q 33.04 | Q 51.21 | Q 57.82 | Q 12.80 | Q 6.61 | Q 24.78 | Q 20.24 | 0.55 | 0.1268 | 69 | B | 37 |
| JAMON CERDO | Libra | 196 | 63 | Q 13.39 | Q 20.76 | Q 23.44 | Q 5.19 | Q 2.68 | Q 10.04 | Q 8.20 | 0.55 | 0.1268 | 204 | B | 106 |
| QUESO AMARILLO B | Caja | 17 | 7 | Q 120.55 | Q186.86 | Q 210.97 | Q 46.71 | Q 24.11 | Q 90.41 | Q 73.84 | 0.55 | 0.1268 | 18 | B | 9 |
| QUESO BLANCO | Paquete | 5 | 5 | Q 602.67 | Q934.15 | Q1,054.68 | Q 233.54 | Q 120.53 | Q 452.01 | Q 369.14 | 0.55 | 0.1268 | 5 | B | 2 |
| QUESO DE CAPAS | Caja | 64 | 34 | Q 24.55 | Q 38.05 | Q 42.96 | Q 9.51 | Q 4.91 | Q 18.41 | Q 15.04 | 0.55 | 0.1268 | 69 | B | 35 |
| BASE P/SMOOTHIES COC | Galón | 5 | 12 | Q 49.11 | Q 76.12 | Q 85.94 | Q 19.03 | Q 9.82 | Q 36.83 | Q 30.08 | 0.55 | 0.1268 | 7 | C | 3 |
| BASE P/SMOOTHIES FRE | Galón | 9 | 16 | Q 49.11 | Q 76.12 | Q 85.94 | Q 19.03 | Q 9.82 | Q 36.83 | Q 30.08 | 0.55 | 0.1268 | 11 | C | 5 |
| BASE P/SMOOTHIES MAN | Galón | 7 | 3 | Q 49.11 | Q 76.12 | Q 85.94 | Q 19.03 | Q 9.82 | Q 36.83 | Q 30.08 | 0.55 | 0.1268 | 8 | C | 4 |
| CHORRIZO EXTREMENO | Paquete | 11 | 13 | Q 24.11 | Q 37.37 | Q 42.19 | Q 9.34 | Q 4.82 | Q 18.08 | Q 14.77 | 0.55 | 0.1268 | 13 | C | 6 |
| CONCENTRADO HORCHATA | Galón | 2 | 1 | Q 238.39 | Q369.51 | Q 417.18 | Q 92.38 | Q 47.68 | Q 178.79 | Q 146.01 | 0.55 | 0.1268 | 2 | C | 1 |
| CONCENTRADO TAMARINDO | Galón | 2 | 2 | Q 238.39 | Q369.50 | Q 417.18 | Q 92.38 | Q 47.68 | Q 178.79 | Q 146.01 | 0.55 | 0.1268 | 2 | C | 1 |
| JAMON PAVO | Paquete | 19 | 9 | Q 23.67 | Q 36.68 | Q 41.41 | Q 9.17 | Q 4.73 | Q 17.75 | Q 14.49 | 0.55 | 0.1268 | 21 | C | 11 |
| SIROPE DE CAFÉ | Galón | 3 | 3 | Q 241.87 | Q374.90 | Q 423.27 | Q 93.72 | Q 48.37 | Q 181.40 | Q 148.14 | 0.55 | 0.1268 | 3 | C | 1 |
| YOGURT FRESA | Litro | 9 | 7 | Q 20.54 | Q 31.84 | Q 35.95 | Q 7.96 | Q 4.11 | Q 15.41 | Q 12.58 | 0.55 | 0.1268 | 10 | C | 5 |
| YOGURT NATURAL | Litro | 9 | 5 | Q 19.42 | Q 30.10 | Q 33.98 | Q 7.52 | Q 3.88 | Q 14.56 | Q 11.89 | 0.55 | 0.1268 | 10 | C | 5 |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Cantidades óptimas bodega congelada


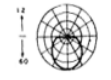

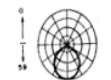

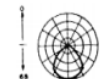

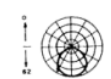

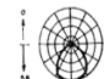




| Producto | Unidad medida base | Cajas por tarima | Demanda real (f) unidades al año | Cantidad óptima a pedir (Q) Unidades | No de pedidos (N) | Tiempo entre pedidos (días) | Stock de Seguridad | Costo Total óptimo (CT óptimo) | Ahorro al año con el metodo propuesto | Porcentaje del valor total | Porcentaje Acumulado | Clasificación ABC |
|-------------------------|--------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| PEPPERONI | Caja | 54 | 40,598 | 1732 | 23 | 15 | 1703 | Q 16,434,547.83 | Q 175,799.04 | 18.88% | | A |
| PAPA CRISPY B | Caja | 45 | 49,000 | 1737 | 28 | 13 | 2106 | Q 9,581,598.24 | Q 211,569.96 | 11.01% | | A |
| PAPA CRISPY C | Caja | 63 | 53,407 | 2146 | 25 | 14 | 2242 | Q 8,473,247.33 | Q 186,677.22 | 9.73% | | A |
| TORTILLA 1 | Libra | 64 | 108,749 | 3086 | 35 | 10 | 4589 | Q 5,429,800.63 | Q 264,291.47 | 6.24% | | A |
| JUGO DE AJÓ | Caja | 72 | 3,771 | 610 | 6 | 58 | 159 | Q 4,854,341.36 | Q 46,402.17 | 5.58% | | A |
| TORTA 6 | Caja | 63 | 22,561 | 1395 | 16 | 22 | 975 | Q 3,590,598.26 | Q 121,330.48 | 4.13% | | A |
| PESTEL DE LECHE | Caja | 4,000 | 62,762 | 18534 | 3 | 106 | 2653 | Q 2,327,511.44 | Q 25,396.76 | 2.67% | | A |
| SALSA DE FRUOL | Libra | 1,400 | 32,856 | 7934 | 4 | 87 | 1386 | Q 2,091,050.49 | Q 31,060.00 | 2.40% | | A |
| SALSA 2 | Caja | 36 | 6,544 | 568 | 12 | 31 | 274 | Q 1,818,557.06 | Q 86,440.36 | 2.09% | | A |
| PASTEL ZANAHORIA | Caja | 35 | 3,059 | 383 | 8 | 45 | 128 | Q 1,727,548.21 | Q 59,943.37 | 1.98% | | A |
| PORTER CHOICE | Libra | 2,000 | 34,765 | 9754 | 4 | 101 | 1468 | Q 1,621,197.06 | Q 26,730.97 | 1.86% | | A |
| COSTILLA CERDO | Libra | 1,400 | 28,214 | 7362 | 4 | 94 | 1178 | Q 1,598,287.52 | Q 28,782.44 | 1.84% | | A |
| TORTILLA MULTICOLOR | Caja | 24 | 8,647 | 533 | 16 | 22 | 368 | Q 1,579,649.75 | Q 121,699.69 | 1.81% | | A |
| CHURROS CAJA | Caja | 54 | 16,950 | 1119 | 15 | 24 | 712 | Q 1,267,060.01 | Q 113,593.81 | 1.46% | | A |
| DEDOS DE QUESO | Caja | 100 | 42,456 | 2410 | 18 | 20 | 1820 | Q 1,180,236.70 | Q 132,108.66 | 1.36% | | A |
| PASTEL DE CHOCOLATE | Caja | 35 | 4,953 | 487 | 10 | 35 | 208 | Q 1,101,669.60 | Q 76,272.12 | 1.27% | | A |
| AROS DE CEBOLLA | Caja | 36 | 1,416 | 264 | 5 | 67 | 59 | Q 1,081,120.09 | Q 80,217.49 | 1.22% | | B |
| TOCINO 2 | Caja | 63 | 12,794 | 1050 | 12 | 30 | 535 | Q 955,115.27 | Q 91,366.95 | 1.10% | | B |
| CARNE 3 | Caja | 35 | 2,948 | 376 | 8 | 46 | 127 | Q 842,375.23 | Q 58,845.52 | 0.97% | | B |
| PASTEL DE QUESO | Caja | 24 | 15,337 | 710 | 22 | 17 | 645 | Q 648,440.08 | Q 162,080.23 | 0.74% | | B |
| PAN DE HAMBURGUESA | Caja | 100 | 23,237 | 1783 | 13 | 28 | 996 | Q 630,799.74 | Q 97,735.66 | 0.72% | | B |
| PASTEL TIPO TIRAMISU | Caja | 36 | 7,073 | 590 | 12 | 30 | 301 | Q 613,076.62 | Q 89,869.41 | 0.70% | | B |
| TORTA DE CARNE 1 | Caja | 36 | 3,251 | 400 | 8 | 44 | 138 | Q 602,904.28 | Q 60,928.93 | 0.69% | | B |
| DUSTIS | Caja | 85 | 19,682 | 1513 | 13 | 28 | 822 | Q 601,953.59 | Q 97,563.82 | 0.69% | | B |
| BREAD CHICKEN | Caja | 70 | 2,323 | 333 | 3 | 104 | 49 | Q 1,111,030.75 | Q 66,191.93 | 0.67% | | B |
| CHICKEN FRITU | Caja | 24 | 1,083 | 189 | 6 | 63 | 46 | Q 583,282.91 | Q 43,064.42 | 0.67% | | B |
| PAN DE QUESO | Caja | 54 | 990 | 271 | 4 | 98 | 42 | Q 568,212.92 | Q 27,459.06 | 0.65% | | B |
| QUESOS MIXTOS | Caja | 35 | 1,558 | 273 | 6 | 63 | 65 | Q 558,508.93 | Q 42,777.36 | 0.64% | | B |
| SALSA ITALIANA | Caja | 4,000 | 37,199 | 14269 | 3 | 138 | 1569 | Q 538,049.44 | Q 19,552.29 | 0.62% | | B |
| SALSA DE CERDO | Caja | 35 | 1,891 | 301 | 6 | 57 | 81 | Q 528,699.06 | Q 47,132.44 | 0.61% | | B |
| RIB BONÉS | Libra | 35 | 5,290 | 503 | 11 | 34 | 227 | Q 484,367.68 | Q 78,824.68 | 0.56% | | B |
| CAMOTE | Caja | 54 | 2,410 | 422 | 6 | 68 | 100 | Q 470,388.60 | Q 42,834.57 | 0.54% | | B |
| GRILLED CHICKEN | Caja | 54 | 955 | 271 | 4 | 98 | 42 | Q 452,754.54 | Q 27,526.56 | 0.52% | | B |
| PASTEL PEQUEÑO | Caja | 100 | 21,675 | 1722 | 13 | 29 | 888 | Q 449,811.87 | Q 94,393.62 | 0.52% | | B |
| CHORIZO ARGENTINO | Caja | 64 | 2,230 | 442 | 5 | 71 | 94 | Q 431,694.66 | Q 37,850.02 | 0.50% | | B |
| MOZZARELLA RAYADO | Caja | 40 | 1,041 | 239 | 4 | 83 | 44 | Q 416,079.79 | Q 32,705.99 | 0.48% | | B |
| PASTELITOS DE CHOCOLATE | Caja | 25 | 453 | 125 | 4 | 99 | 19 | Q 413,318.74 | Q 27,303.08 | 0.47% | | B |
| PAPA NATURAL | Caja | 24 | 325 | 103 | 3 | 114 | 14 | Q 390,021.53 | Q 23,611.65 | 0.45% | | B |
| TORTA DE CARNE 2 | Caja | 1,500 | 22,267 | 6760 | 3 | 109 | 950 | Q 379,721.88 | Q 24,703.66 | 0.44% | | B |
| CHEESE PIZZA | Caja | 64 | 3,787 | 576 | 7 | 55 | 158 | Q 368,331.98 | Q 49,318.78 | 0.42% | | B |
| PASTEL QUESO Y FRESA | Caja | 63 | 1,931 | 408 | 5 | 76 | 81 | Q 308,239.76 | Q 35,498.05 | 0.35% | | B |
| RIB CAJA | Caja | 35 | 1,386 | 258 | 5 | 67 | 59 | Q 299,194.23 | Q 40,346.16 | 0.34% | | B |
| TORTAS DE PAPA | Caja | 53 | 1,251 | 301 | 4 | 87 | 53 | Q 289,690.46 | Q 31,150.97 | 0.33% | | B |
| MANTEQUILLA SIN SAL | Caja | 35 | 938 | 212 | 4 | 81 | 40 | Q 272,903.38 | Q 33,193.19 | 0.31% | | B |
| STEAK 1 | Caja | 30 | 4,447 | 427 | 10 | 35 | 187 | Q 264,994.47 | Q 78,064.74 | 0.30% | | B |
| CARNE MOLIDA | Caja | 24 | 1,980 | 255 | 8 | 46 | 83 | Q 258,994.36 | Q 35,233.29 | 0.30% | | B |
| BACON | Caja | 72 | 26,357 | 1611 | 16 | 22 | 1101 | Q 256,254.17 | Q 122,670.81 | 0.29% | | B |
| DEDITOS DE POLLO | Caja | 35 | 1,553 | 273 | 6 | 63 | 65 | Q 249,413.65 | Q 42,703.29 | 0.29% | | B |
| SALMON AHUMADO | Caja | 50 | 963 | 257 | 4 | 96 | 41 | Q 241,135.07 | Q 28,144.18 | 0.28% | | B |
| PAN REDONDO | Caja | 54 | 519 | 196 | 3 | 136 | 22 | Q 235,874.12 | Q 19,886.00 | 0.27% | | B |
| PAPA FRITA 2 | Caja | 63 | 1,379 | 345 | 4 | 90 | 58 | Q 233,165.85 | Q 29,999.66 | 0.27% | | B |
| ENCANILLADOS | Caja | 12 | 1,845 | 174 | 11 | 34 | 78 | Q 230,457.50 | Q 79,494.85 | 0.26% | | B |
| POLLO AHUMADO | Caja | 72 | 774 | 276 | 3 | 128 | 33 | Q 223,373.50 | Q 21,020.93 | 0.26% | | B |
| PLATANO REFREITO | Caja | 24 | 564 | 136 | 4 | 87 | 24 | Q 214,407.92 | Q 31,093.69 | 0.25% | | B |
| SALSA ALFREDO | Caja | 36 | 3,051 | 388 | 8 | 46 | 131 | Q 212,156.11 | Q 59,021.97 | 0.24% | | B |
| HELADO 1 | Caja | 24 | 1,519 | 223 | 7 | 53 | 64 | Q 205,331.38 | Q 51,004.68 | 0.24% | | B |
| SCALLOPUS | Libra | 40 | 4,101 | 474 | 9 | 42 | 172 | Q 203,924.27 | Q 64,917.68 | 0.23% | | B |
| CAMARON EMPANIZADO | Caja | 35 | 449 | 147 | 3 | 118 | 19 | Q 195,949.03 | Q 22,954.99 | 0.23% | | B |
| PLATANO PRE-FRITO | Caja | 16 | 620 | 134 | 6 | 59 | 35 | Q 194,297.50 | Q 45,896.48 | 0.22% | | B |
| VEGETALES MIXTOS 2 | Bolsa | 40 | 1,008 | 235 | 4 | 94 | 41 | Q 191,388.20 | Q 32,182.38 | 0.22% | | B |
| HAMBURGUESA AJONJOLI | Caja | 54 | 665 | 222 | 3 | 120 | 28 | Q 186,983.78 | Q 22,504.60 | 0.21% | | B |
| STEAK 2 | Libra | 16 | 5,326 | 341 | 16 | 23 | 227 | Q 185,190.01 | Q 116,975.80 | 0.21% | | C |
| FILETE DE ATUN | Caja | 45 | 712 | 209 | 3 | 106 | 30 | Q 175,111.13 | Q 25,502.09 | 0.20% | | C |
| CARNE MOLIDA ANGUS | Caja | 30 | 829 | 184 | 4 | 80 | 35 | Q 164,575.93 | Q 33,695.84 | 0.19% | | C |
| TORTILLA DE MAIZ | Caja | 100 | 8,113 | 1054 | 8 | 47 | 341 | Q 163,409.44 | Q 57,749.86 | 0.19% | | C |
| ALITAS DE POLLO | Caja | 35 | 1,735 | 288 | 6 | 60 | 73 | Q 160,651.24 | Q 45,135.44 | 0.18% | | C |
| QUESO MOZZARELLA | Caja | 50 | 1,129 | 278 | 4 | 89 | 48 | Q 158,800.26 | Q 30,470.17 | 0.18% | | C |
| PAN DE MANTECA | Caja | 54 | 1,554 | 339 | 5 | 78 | 65 | Q 158,107.92 | Q 34,395.84 | 0.18% | | C |
| PAPA EN GAJOS | Caja | 45 | 967 | 244 | 4 | 91 | 40 | Q 155,638.04 | Q 29,717.36 | 0.18% | | C |
| QUESO MOZZARELLA 2 | Bolsa | 110 | 8,068 | 1102 | 7 | 49 | 342 | Q 139,598.93 | Q 54,908.24 | 0.16% | | C |
| PULPO PEQUEÑO | Bolsa | 40 | 1,346 | 271 | 5 | 73 | 56 | Q 137,715.57 | Q 37,185.96 | 0.16% | | C |
| TOCINO CANADIENSE | Caja | 30 | 593 | 156 | 4 | 95 | 25 | Q 135,935.71 | Q 28,496.51 | 0.16% | | C |
| PAPA STEALTH | Caja | 24 | 1,250 | 203 | 6 | 58 | 53 | Q 129,068.50 | Q 46,270.33 | 0.15% | | C |
| POLLO ASIÁTICO | Libra | 40 | 789 | 209 | 4 | 94 | 34 | Q 127,313.57 | Q 26,656.89 | 0.15% | | C |
| TORTA 4 | Caja | 100 | 615 | 290 | 2 | 170 | 27 | Q 124,137.72 | Q 15,905.26 | 0.14% | | C |
| AROS DE CALAMAR | Libra | 25 | 3,713 | 356 | 10 | 35 | 160 | Q 122,160.91 | Q 78,139.25 | 0.14% | | C |
| PAPA EXTRA LARGA | Caja | 35 | 708 | 184 | 4 | 94 | 29 | Q 116,241.22 | Q 28,831.97 | 0.13% | | C |
| ASADO DE TIRA CON HUESO | Caja | 35 | 921 | 210 | 4 | 82 | 38 | Q 115,006.85 | Q 32,882.29 | 0.13% | | C |
| FIDEO FINO | Caja | 30 | 528 | 147 | 4 | 100 | 22 | Q 106,069.87 | Q 26,888.27 | 0.12% | | C |
| STEAK 3 | Caja | 16 | 641 | 118 | 5 | 67 | 27 | Q 103,191.11 | Q 40,568.48 | 0.12% | | C |
| CALAMAR BABY | Caja | 25 | 533 | 135 | 4 | 91 | 23 | Q 100,287.52 | Q 29,603.91 | 0.12% | | C |
| PICNIG DE CERDO | Caja | 54 | 764 | 238 | 3 | 112 | 32 | Q 96,863.10 | Q 24,116.92 | 0.11% | | C |
| MEJILLÓN ENTERO | Bolsa | 72 | 808 | 282 | 3 | 126 | 34 | Q 77,682.85 | Q 21,482.36 | 0.09% | | C |
| PECHUGA DE POLLO | Libra | 360 | 4,398 | 1472 | 3 | 120 | 189 | Q 72,040.59 | Q 22,410.92 | 0.08% | | C |
| PAN RODAJADO BLANCO | Bolsa | 100 | 483 | 257 | 2 | 192 | 20 | Q 71,349.51 | Q 14,091.08 | 0.08% | | C |
| TORTA HAMBURGUESA 3 | Bandeja | 25 | 420 | 120 | 4 | 103 | 18 | Q 69,749.99 | Q 26,292.01 | 0.08% | | C |
| GUACAMOL EN Bolsas | Caja | 54 | 482 | 189 | 3 | 141 | 20 | Q 66,619.09 | Q 19,154.54 | 0.08% | | C |
| QUESO PARA PIZZA | Bolsa | 36 | 521 | 160 | 3 | 111 | 22 | Q 63,375.60 | Q 24,402.25 | 0.07% | | C |
| ENTRANA | Caja | 24 | 421 | 118 | 4 | 100 | 18 | Q 63,178.12 | Q 26,866.24 | 0.07% | | C |
| PUYAZO A | Libra | 150 | 2,721 | 747 | 4 | 99 | 113 | Q 60,295.29 | Q 27,308.66 | 0.07% | | C |
| PATO ENTERO | Libra | 30 | 4,355 | 423 | 10 | 35 | 185 | Q 58,979.63 | Q 77,251.47 | 0.07% | | C |
| LOMITO | Caja | 72 | 370 | 191 | 2 | 186 | 15 | Q 54,665.17 | Q 14,532.84 | 0.06% | | C |
| LOMO DE CERDO | Libra | 30 | 1,553 | 253 | 6 | 59 | 66 | Q 54,125.62 | Q 46,136.44 | 0.06% | | C |
| MARISCADA | Caja | 54 | 686 | 225 | 3 | 118 | 29 | Q 53,856.81 | Q 22,845.51 | 0.06% | | C |
| TILAPIA FILETE | Caja | 30 | 717 | 172 | 4 | 86 | 30 | Q 46,019.43 | Q 31,333.86 | 0.05% | | C |
| SALMON CHILENO | Caja | 25 | 367 | 112 | 3 | 110 | 15 | Q 45,012.87 | Q 24,550.99 | 0.05% | | C |
| CALAMAR | Libra | 35 | 3,581 | 414 | 9 | 42 | 151 | Q 34,213.83 | Q 64,856.66 | 0.04% | | C |
| FILETE DE TILAPIA | Caja | 30 | 417 | 131 | 3 | 113 | 17 | Q 26,781.69 | Q 23,903.56 | 0.03% | | C |
| PUYAZO C | Libra | 54 | 1,073 | 282 | 4 | 94 | 47 | Q 20,378.20 | Q 28,579.53 | 0.02% | | C |
| PUYAZO D | Libra | 24 | 362 | 109 | 3 | 108 | 15 | Q 9,190.20 | Q 24,904.71 | 0.01% | | C |

Q87,044,398.40 Q 5,388,801.60

Fuente: elaboración propia.









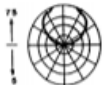


ANEXOS

Anexo 1. Coeficientes de utilización de distintos tipos de luminarias

| LUMINARIA | DISTRIBUCIÓN | SEPARACIÓN | COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| | | | Cavidad de techo | REFLECTANCIA | | | | | | | | | | | |
| | | | | 80% | | | 50% | | | 10% | | | 0% | | |
| | | | | 80% | 30% | 10% | 80% | 30% | 10% | 80% | 30% | 10% | 80% | 30% | 10% |
|  2 TUBOS |  | 1.5 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.70 | 0.66 | 0.63 | 0.62 | 0.59 | 0.57 | 0.52 | 0.51 | 0.49 | 0.47 | | |
| | | | 2 | 0.60 | 0.54 | 0.50 | 0.53 | 0.49 | 0.46 | 0.45 | 0.42 | 0.40 | 0.37 | | |
| | | | 3 | 0.52 | 0.46 | 0.41 | 0.46 | 0.41 | 0.38 | 0.39 | 0.36 | 0.33 | 0.31 | | |
| | | | 4 | 0.46 | 0.39 | 0.34 | 0.41 | 0.36 | 0.32 | 0.36 | 0.31 | 0.28 | 0.26 | | |
| | | | 5 | 0.40 | 0.33 | 0.28 | 0.36 | 0.30 | 0.26 | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | | |
| | | | 6 | 0.36 | 0.29 | 0.24 | 0.32 | 0.26 | 0.22 | 0.27 | 0.23 | 0.20 | 0.18 | | |
| | | | 7 | 0.32 | 0.25 | 0.21 | 0.29 | 0.23 | 0.19 | 0.25 | 0.21 | 0.17 | 0.16 | | |
| | | | 8 | 0.29 | 0.22 | 0.18 | 0.26 | 0.20 | 0.17 | 0.22 | 0.18 | 0.15 | 0.13 | | |
| | | | 9 | 0.20 | 0.19 | 0.15 | 0.26 | 0.18 | 0.14 | 0.20 | 0.16 | 0.13 | 0.11 | | |
| | | | 10 | 0.23 | 0.17 | 0.13 | 0.21 | 0.16 | 0.12 | 0.18 | 0.14 | 0.11 | 0.10 | | |
|  2 LÁMPARAS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.63 | 0.61 | 0.59 | 0.59 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | | |
| | | | 2 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.54 | 0.51 | 0.49 | 0.50 | 0.49 | 0.47 | 0.46 | | |
| | | | 3 | 0.51 | 0.48 | 0.44 | 0.49 | 0.46 | 0.43 | 0.48 | 0.44 | 0.42 | 0.41 | | |
| | | | 4 | 0.46 | 0.42 | 0.39 | 0.44 | 0.41 | 0.38 | 0.42 | 0.39 | 0.37 | 0.36 | | |
| | | | 5 | 0.42 | 0.37 | 0.34 | 0.40 | 0.36 | 0.34 | 0.38 | 0.35 | 0.33 | 0.32 | | |
| | | | 6 | 0.38 | 0.34 | 0.30 | 0.37 | 0.33 | 0.30 | 0.35 | 0.32 | 0.29 | 0.28 | | |
| | | | 7 | 0.35 | 0.30 | 0.27 | 0.33 | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.29 | 0.26 | 0.25 | | |
| | | | 8 | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.30 | 0.26 | 0.23 | 0.29 | 0.26 | 0.23 | 0.22 | | |
| | | | 9 | 0.26 | 0.24 | 0.21 | 0.27 | 0.23 | 0.20 | 0.26 | 0.23 | 0.20 | 0.19 | | |
| | | | 10 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.25 | 0.21 | 0.18 | 0.24 | 0.20 | 0.18 | 0.17 | | |
|  2 LÁMPARAS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.73 | 0.71 | 0.68 | 0.59 | 0.67 | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.51 | 0.50 | | |
| | | | 2 | 0.66 | 0.62 | 0.59 | 0.62 | 0.59 | 0.57 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | 0.53 | | |
| | | | 3 | 0.59 | 0.55 | 0.51 | 0.56 | 0.53 | 0.50 | 0.53 | 0.50 | 0.48 | 0.47 | | |
| | | | 4 | 0.53 | 0.48 | 0.45 | 0.51 | 0.47 | 0.44 | 0.56 | 0.45 | 0.43 | 0.41 | | |
| | | | 5 | 0.48 | 0.43 | 0.39 | 0.46 | 0.42 | 0.39 | 0.44 | 0.40 | 0.38 | 0.36 | | |
| | | | 6 | 0.44 | 0.38 | 0.34 | 0.42 | 0.37 | 0.34 | 0.40 | 0.36 | 0.33 | 0.32 | | |
| | | | 7 | 0.39 | 0.34 | 0.30 | 0.38 | 0.33 | 0.30 | 0.36 | 0.32 | 0.30 | 0.28 | | |
| | | | 8 | 0.36 | 0.30 | 0.26 | 0.34 | 0.30 | 0.26 | 0.33 | 0.29 | 0.26 | 0.25 | | |
| | | | 9 | 0.32 | 0.27 | 0.23 | 0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.29 | 0.25 | 0.23 | 0.21 | | |
| | | | 10 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.27 | 0.23 | 0.20 | 0.19 | | |
|  4 TUBOS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.62 | 0.61 | 0.59 | 0.58 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | | |
| | | | 2 | 0.60 | 0.56 | 0.53 | 0.56 | 0.54 | 0.52 | 0.53 | 0.51 | 0.49 | 0.48 | | |
| | | | 3 | 0.54 | 0.50 | 0.46 | 0.51 | 0.48 | 0.45 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.43 | | |
| | | | 4 | 0.49 | 0.44 | 0.41 | 0.46 | 0.43 | 0.44 | 0.44 | 0.41 | 0.39 | 0.38 | | |
| | | | 5 | 0.44 | 0.39 | 0.35 | 0.42 | 0.38 | 0.35 | 0.40 | 0.37 | 0.34 | 0.23 | | |
| | | | 6 | 0.40 | 0.35 | 0.31 | 0.38 | 0.34 | 0.31 | 0.36 | 0.33 | 0.31 | 0.59 | | |
| | | | 7 | 0.36 | 0.28 | 0.28 | 0.35 | 0.30 | 0.27 | 0.33 | 0.30 | 0.27 | 0.26 | | |
| | | | 8 | 0.32 | 0.24 | 0.24 | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.30 | 0.26 | 0.24 | 0.23 | | |
| | | | 9 | 0.29 | 0.22 | 0.21 | 0.28 | 0.24 | 0.21 | 0.27 | 0.23 | 0.21 | 0.20 | | |
| | | | 10 | 0.27 | 0.21 | 0.19 | 0.26 | 0.23 | 0.19 | 0.25 | 0.21 | 0.18 | 0.17 | | |
|  6 TUBOS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.60 | 0.58 | 0.56 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.49 | | |
| | | | 2 | 0.54 | 0.51 | 0.48 | 0.51 | 0.49 | 0.47 | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.44 | | |
| | | | 3 | 0.49 | 0.45 | 0.42 | 0.46 | 0.43 | 0.41 | 0.44 | 0.41 | 0.40 | 0.39 | | |
| | | | 4 | 0.44 | 0.40 | 0.37 | 0.42 | 0.39 | 0.36 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | | |
| | | | 5 | 0.40 | 0.35 | 0.32 | 0.38 | 0.35 | 0.32 | 0.36 | 0.33 | 0.31 | 0.30 | | |
| | | | 6 | 0.36 | 0.32 | 0.29 | 0.35 | 0.31 | 0.28 | 0.33 | 0.30 | 0.28 | 0.27 | | |
| | | | 7 | 0.33 | 0.28 | 0.25 | 0.32 | 0.28 | 0.25 | 0.30 | 0.27 | 0.25 | 0.24 | | |
| | | | 8 | 0.30 | 0.25 | 0.22 | 0.28 | 0.25 | 0.22 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.21 | | |
| | | | 9 | 0.27 | 0.22 | 0.19 | 0.26 | 0.22 | 0.19 | 0.25 | 0.21 | 0.17 | 0.18 | | |
| | | | 10 | 0.24 | 0.20 | 0.16 | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.22 | 0.19 | 0.18 | 0.16 | | |
|  3 TUBOS |  | 1.3 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.56 | 0.54 | 0.52 | 0.51 | 0.50 | 0.49 | 0.48 | | |
| | | | 2 | 0.53 | 0.50 | 0.47 | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.47 | 0.45 | 0.44 | 0.43 | | |
| | | | 3 | 0.48 | 0.44 | 0.41 | 0.45 | 0.42 | 0.40 | 0.43 | 0.40 | 0.39 | 0.38 | | |
| | | | 4 | 0.43 | 0.39 | 0.36 | 0.41 | 0.38 | 0.35 | 0.39 | 0.36 | 0.34 | 0.33 | | |
| | | | 5 | 0.39 | 0.35 | 0.31 | 0.37 | 0.34 | 0.31 | 0.35 | 0.32 | 0.30 | 0.29 | | |
| | | | 6 | 0.35 | 0.31 | 0.28 | 0.34 | 0.30 | 0.28 | 0.32 | 0.29 | 0.27 | 0.26 | | |
| | | | 7 | 0.32 | 0.28 | 0.25 | 0.31 | 0.27 | 0.25 | 0.29 | 0.26 | 0.24 | 0.23 | | |
| | | | 8 | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.28 | 0.24 | 0.22 | 0.27 | 0.24 | 0.21 | 0.20 | | |
| | | | 9 | 0.26 | 0.22 | 0.19 | 0.25 | 0.21 | 0.19 | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | | |
| | | | 10 | 0.24 | 0.20 | 0.17 | 0.23 | 0.19 | 0.17 | 0.22 | 0.19 | 0.17 | 0.16 | | |
|  4 TUBOS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.56 | 0.54 | 0.52 | 0.52 | 0.50 | 0.49 | 0.47 | 0.46 | 0.45 | 0.44 | | |
| | | | 2 | 0.50 | 0.47 | 0.45 | 0.47 | 0.44 | 0.42 | 0.43 | 0.41 | 0.40 | 0.39 | | |
| | | | 3 | 0.45 | 0.41 | 0.38 | 0.42 | 0.39 | 0.37 | 0.39 | 0.37 | 0.35 | 0.34 | | |
| | | | 4 | 0.41 | 0.37 | 0.34 | 0.38 | 0.35 | 0.32 | 0.35 | 0.33 | 0.31 | 0.30 | | |
| | | | 5 | 0.37 | 0.32 | 0.29 | 0.34 | 0.31 | 0.28 | 0.32 | 0.29 | 0.27 | 0.26 | | |
| | | | 6 | 0.33 | 0.29 | 0.26 | 0.31 | 0.28 | 0.25 | 0.29 | 0.27 | 0.24 | 0.23 | | |
| | | | 7 | 0.30 | 0.26 | 0.23 | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.27 | 0.24 | 0.22 | 0.20 | | |
| | | | 8 | 0.27 | 0.23 | 0.20 | 0.26 | 0.22 | 0.20 | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | | |
| | | | 9 | 0.25 | 0.20 | 0.18 | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.22 | 0.19 | 0.17 | 0.16 | | |
| | | | 10 | 0.22 | 0.18 | 0.16 | 0.21 | 0.18 | 0.15 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | | |

Fuente: Kazmier & Dlaz. *Estadística aplicada a la administración y economía*. p. 30.

Anexo 2. Coeficientes de utilización de distintos tipos de luminarias

| COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LUMINARIA | DISTRIBUCIÓN | SEPARACIÓN | REFLECTANCIA | | | | | | | | | |
| | | | Cavidad de techo | 80% | | | 70% | | | 50% | | |
| | | | | 50% | 30% | 10% | 50% | 30% | 10% | 50% | 30% | 10% |
| Coeficiente de utilización | | | | | | | | | | | | |
| CATEGORIA "I"  2 TUBOS |  | 1.3 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.68 | 0.65 | 0.63 | 0.65 | 0.63 | 0.61 | 0.61 | 0.60 | 0.58 |
| | | | 2 | 0.60 | 0.56 | 0.53 | 0.58 | 0.55 | 0.52 | 0.55 | 0.52 | 0.49 |
| | | | 3 | 0.54 | 0.49 | 0.45 | 0.52 | 0.49 | 0.45 | 0.50 | 0.46 | 0.43 |
| | | | 4 | 0.49 | 0.43 | 0.40 | 0.47 | 0.43 | 0.39 | 0.45 | 0.41 | 0.38 |
| | | | 5 | 0.44 | 0.38 | 0.34 | 0.43 | 0.38 | 0.34 | 0.40 | 0.36 | 0.33 |
| | | | 6 | 0.40 | 0.34 | 0.30 | 0.39 | 0.34 | 0.30 | 0.37 | 0.32 | 0.29 |
| | | | 7 | 0.36 | 0.31 | 0.27 | 0.35 | 0.30 | 0.26 | 0.33 | 0.29 | 0.26 |
| | | | 8 | 0.32 | 0.27 | 0.24 | 0.32 | 0.27 | 0.23 | 0.30 | 0.26 | 0.23 |
| | | | 9 | 0.29 | 0.24 | 0.21 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.27 | 0.23 | 0.20 |
| | | | 10 | 0.27 | 0.22 | 0.18 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.25 | 0.21 | 0.18 |
| CATEGORIA "I"  2 TUBOS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.59 | 0.55 | 0.52 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.61 | 0.59 | 0.57 |
| | | | 2 | 0.53 | 0.48 | 0.45 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.55 | 0.52 | 0.49 |
| | | | 3 | 0.48 | 0.43 | 0.39 | 0.52 | 0.48 | 0.44 | 0.49 | 0.46 | 0.43 |
| | | | 4 | 0.43 | 0.38 | 0.34 | 0.47 | 0.42 | 0.39 | 0.45 | 0.41 | 0.38 |
| | | | 5 | 0.39 | 0.34 | 0.30 | 0.42 | 0.37 | 0.34 | 0.40 | 0.36 | 0.33 |
| | | | 6 | 0.35 | 0.31 | 0.26 | 0.38 | 0.34 | 0.30 | 0.36 | 0.32 | 0.29 |
| | | | 7 | 0.32 | 0.27 | 0.23 | 0.34 | 0.30 | 0.26 | 0.33 | 0.29 | 0.26 |
| | | | 8 | 0.28 | 0.24 | 0.20 | 0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.30 | 0.26 | 0.23 |
| | | | 9 | 0.26 | 0.22 | 0.18 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.27 | 0.23 | 0.20 |
| | | | 10 | 0.24 | 0.20 | 0.17 | 0.25 | 0.21 | 0.18 | 0.25 | 0.20 | 0.17 |
| CATEGORIA "I"  2 LÁMPARAS |  | 1.6 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.83 | 0.79 | 0.75 | 0.79 | 0.76 | 0.72 | 0.73 | 0.70 | 0.67 |
| | | | 2 | 0.71 | 0.65 | 0.60 | 0.68 | 0.62 | 0.57 | 0.62 | 0.58 | 0.54 |
| | | | 3 | 0.62 | 0.55 | 0.49 | 0.59 | 0.53 | 0.47 | 0.55 | 0.49 | 0.44 |
| | | | 4 | 0.55 | 0.47 | 0.41 | 0.52 | 0.45 | 0.39 | 0.48 | 0.42 | 0.37 |
| | | | 5 | 0.48 | 0.40 | 0.34 | 0.46 | 0.38 | 0.33 | 0.42 | 0.36 | 0.31 |
| | | | 6 | 0.43 | 0.35 | 0.29 | 0.41 | 0.33 | 0.28 | 0.38 | 0.31 | 0.26 |
| | | | 7 | 0.38 | 0.30 | 0.25 | 0.36 | 0.29 | 0.24 | 0.34 | 0.27 | 0.23 |
| | | | 8 | 0.34 | 0.26 | 0.21 | 0.33 | 0.25 | 0.21 | 0.30 | 0.24 | 0.19 |
| | | | 9 | 0.30 | 0.23 | 0.18 | 0.30 | 0.23 | 0.18 | 0.27 | 0.21 | 0.17 |
| | | | 10 | 0.28 | 0.21 | 0.16 | 0.27 | 0.20 | 0.15 | 0.25 | 0.19 | 0.15 |
| CATEGORIA "I"  1 LÁMPARAS |  | 1.2 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.63 | 0.61 | 0.59 | 0.60 | 0.59 | 0.57 |
| | | | 2 | 0.58 | 0.55 | 0.52 | 0.57 | 0.54 | 0.51 | 0.55 | 0.52 | 0.50 |
| | | | 3 | 0.52 | 0.48 | 0.45 | 0.51 | 0.47 | 0.44 | 0.49 | 0.46 | 0.44 |
| | | | 4 | 0.47 | 0.42 | 0.39 | 0.46 | 0.42 | 0.39 | 0.45 | 0.41 | 0.38 |
| | | | 5 | 0.42 | 0.37 | 0.34 | 0.42 | 0.37 | 0.34 | 0.40 | 0.36 | 0.34 |
| | | | 6 | 0.38 | 0.33 | 0.30 | 0.38 | 0.33 | 0.30 | 0.37 | 0.32 | 0.30 |
| | | | 7 | 0.35 | 0.30 | 0.26 | 0.34 | 0.30 | 0.26 | 0.33 | 0.29 | 0.26 |
| | | | 8 | 0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.30 | 0.26 | 0.23 |
| | | | 9 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.27 | 0.23 | 0.20 |
| | | | 10 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.25 | 0.21 | 0.18 | 0.25 | 0.21 | 0.18 |
| 2 LÁMPARAS |  | | 8 | 0.29 | 0.23 | 0.19 | 0.25 | 0.20 | 0.17 | 0.18 | 0.15 | 0.13 |
| | | | 9 | 0.26 | 0.20 | 0.17 | 0.23 | 0.18 | 0.15 | 0.17 | 0.13 | 0.11 |
| | | | 10 | 0.24 | 0.18 | 0.15 | 0.21 | 0.16 | 0.13 | 0.15 | 0.12 | 0.10 |
| | | | | | | | | | | | | |
| CATEGORIA "6"  PLAFON LUMINOSO 50% TRNSMISIÓN |  | 1.5 A 2.0 x ALTURA DE MONTAJE | 1 | 0.60 | 0.58 | 0.56 | 0.60 | 0.58 | 0.56 | 0.58 | 0.56 | 0.54 |
| | | | 2 | 0.53 | 0.49 | 0.45 | 0.53 | 0.49 | 0.45 | 0.51 | 0.47 | 0.43 |
| | | | 3 | 0.47 | 0.42 | 0.37 | 0.47 | 0.42 | 0.37 | 0.45 | 0.41 | 0.36 |
| | | | 4 | 0.41 | 0.36 | 0.32 | 0.41 | 0.36 | 0.32 | 0.39 | 0.35 | 0.31 |
| | | | 5 | 0.37 | 0.31 | 0.27 | 0.37 | 0.31 | 0.27 | 0.35 | 0.30 | 0.26 |
| | | | 6 | 0.33 | 0.27 | 0.23 | 0.33 | 0.27 | 0.23 | 0.31 | 0.26 | 0.23 |
| | | | 7 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.28 | 0.23 | 0.20 |
| | | | 8 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.26 | 0.21 | 0.18 | 0.25 | 0.20 | 0.17 |
| | | | 9 | 0.23 | 0.19 | 0.15 | 0.23 | 0.19 | 0.15 | 0.23 | 0.18 | 0.15 |
| | | | 10 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.21 | 0.17 | 0.13 | 0.21 | 0.16 | 0.13 |

Fuente: Kazmier & Dlaz. *Estadística aplicada a la administración y economía*. p. 30.

Anexo 3. **Porcentajes de reflectancia efectiva para cavidades del techo y del piso, para varias combinaciones de reflectancia**

| PORCENTAJE DE REFLECTANCIA DEL TECHO AL PISO | | 90 | 80 | 70 | 50 | 30 | 10 |
|--|-----|-------------|-------------|----------|----------|-------------|----------|
| PORCENTAJE DE REFLECTANCIA DE LAS PAREDES | | 90 70 50 30 | 80 70 50 30 | 70 50 30 | 70 50 30 | 65 50 30 10 | 50 30 10 |
| RELACION DE DEL TECHO CAVIDAD O PISO | 2.6 | 82 67 55 46 | 66 60 50 41 | 53 43 35 | 41 34 26 | 27 23 18 13 | 13 9 5 |
| | 2.7 | 82 66 55 45 | 66 60 49 40 | 52 43 34 | 41 33 26 | 27 23 18 13 | 13 9 5 |
| | 2.8 | 81 66 54 44 | 66 59 48 39 | 52 42 33 | 41 33 25 | 27 23 18 13 | 13 9 5 |
| | 2.9 | 81 65 53 43 | 65 58 48 38 | 51 41 33 | 40 33 25 | 27 23 17 12 | 13 9 5 |
| | 3.0 | 81 64 52 42 | 65 58 47 38 | 51 40 32 | 40 32 24 | 27 22 17 12 | 13 8 5 |
| | 3,1 | 80 64 51 41 | 64 57 46 37 | 50 40 31 | 40 32 24 | 27 22 17 12 | 13 8 5 |
| | 3,2 | 80 63 50 40 | 64 57 45 36 | 50 39 30 | 40 31 23 | 27 22 16 11 | 13 8 5 |
| | 3,3 | 80 62 49 39 | 64 56 44 35 | 49 39 30 | 39 31 23 | 27 22 16 11 | 13 8 5 |
| | 3,4 | 80 62 48 38 | 63 56 44 34 | 49 38 29 | 39 31 22 | 27 22 16 11 | 13 8 5 |
| | 3,5 | 79 61 48 37 | 63 55 43 33 | 48 38 29 | 39 30 22 | 26 22 16 11 | 13 8 5 |
| | 3.6 | 79 60 47 36 | 62 54 42 33 | 48 37 28 | 39 30 21 | 26 21 15 10 | 3 8 5 |
| | 3,7 | 79 60 46 35 | 62 54 42 32 | 48 37 27 | 38 30 21 | 26 21 15 10 | 13 8 4 |
| | 3.8 | 79 59 45 35 | 62 53 41 31 | 47 36 27 | 38 29 21 | 26 21 15 10 | 13 8 4 |
| | 3,9 | 78 59 45 23 | 61 53 40 30 | 47 36 26 | 38 29 20 | 26 21 15 10 | 13 8 4 |
| | 4,0 | 78 58 44 33 | 61 52 40 30 | 46 35 26 | 38 29 20 | 26 21 15 9 | 13 8 4 |
| | 4.1 | 78 57 43 32 | 60 52 39 29 | 46 35 25 | 37 28 20 | 26 21 14 9 | 3 8 4 |
| | 4.2 | 78 57 43 32 | 60 51 39 29 | 46 34 25 | 37 28 19 | 26 20 14 9 | 13 8 4 |
| | 4.3 | 78 56 42 31 | 60 51 38 28 | 45 34 25 | 37 28 19 | 26 20 14 9 | 13 8 4 |
| | 4.4 | 77 56 41 30 | 59 51 38 28 | 45 34 24 | 37 27 19 | 26 20 14 8 | 13 8 4 |
| | 4,5 | 77 55 41 30 | 59 50 37 27 | 45 33 24 | 37 27 19 | 25 20 14 8 | 14 8 4 |
| | 4,6 | 77 55 40 29 | 59 50 37 26 | 44 33 24 | 36 27 18 | 25 20 14 8 | 14 8 4 |
| | 4.7 | 77 54 40 29 | 58 49 36 26 | 44 33 23 | 36 26 18 | 25 20 13 8 | 14 8 4 |
| | 4.8 | 76 54 39 28 | 58 49 36 25 | 44 32 23 | 36 26 18 | 25 20 13 8 | 14 8 4 |
| | 4.9 | 76 53 38 28 | 58 49 35 25 | 44 32 23 | 36 26 18 | 25 19 13 7 | 14 8 4 |
| | 5.0 | 76 53 38 27 | 57 48 35 25 | 43 32 22 | 36 26 17 | 25 19 13 7 | 14 8 4 |

Continuacion del anexo 3.

| Reflectancia Piso o cielo | 90 | | | | 80 | | | | 70 | | | 50 | | | 30 | | | | 10 | | |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| %Refl. pared | 90 | 70 | 50 | 30 | 80 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 65 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 |
| 0 | 90 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 | 80 | 70 | 70 | 70 | 50 | 50 | 50 | 30 | 30 | 30 | 30 | 10 | 10 | 10 |
| 0.1 | 90 | 89 | 88 | 87 | 79 | 79 | 78 | 78 | 69 | 69 | 68 | 59 | 49 | 48 | 30 | 30 | 29 | 29 | 10 | 10 | 10 |
| 0.2 | 89 | 88 | 86 | 85 | 79 | 78 | 77 | 76 | 68 | 67 | 66 | 49 | 48 | 47 | 30 | 29 | 29 | 28 | 10 | 10 | 9 |
| 0.3 | 89 | 87 | 85 | 83 | 78 | 77 | 75 | 74 | 68 | 66 | 64 | 49 | 47 | 46 | 30 | 29 | 28 | 27 | 10 | 10 | 9 |
| 0.4 | 88 | 86 | 83 | 81 | 78 | 76 | 74 | 72 | 67 | 65 | 63 | 48 | 46 | 45 | 30 | 29 | 27 | 26 | 11 | 10 | 9 |
| 0.5 | 88 | 85 | 81 | 78 | 77 | 75 | 73 | 70 | 66 | 64 | 61 | 48 | 46 | 44 | 29 | 28 | 27 | 25 | 11 | 10 | 9 |
| 0.6 | 88 | 84 | 80 | 76 | 77 | 75 | 71 | 68 | 65 | 62 | 59 | 47 | 45 | 43 | 29 | 28 | 26 | 25 | 11 | 10 | 9 |
| 0.7 | 88 | 83 | 78 | 74 | 76 | 74 | 70 | 66 | 65 | 61 | 58 | 47 | 44 | 42 | 29 | 28 | 26 | 24 | 11 | 10 | 8 |
| 0.8 | 87 | 82 | 77 | 73 | 75 | 73 | 69 | 65 | 64 | 60 | 56 | 47 | 43 | 41 | 29 | 27 | 25 | 23 | 11 | 10 | 8 |
| 0.9 | 87 | 81 | 76 | 71 | 75 | 72 | 68 | 63 | 63 | 59 | 55 | 46 | 43 | 40 | 29 | 27 | 25 | 22 | 11 | 9 | 8 |
| 1.0 | 86 | 80 | 74 | 69 | 74 | 71 | 66 | 61 | 63 | 58 | 53 | 46 | 42 | 39 | 29 | 27 | 24 | 22 | 11 | 9 | 8 |
| 1.1 | 86 | 79 | 73 | 67 | 74 | 71 | 65 | 60 | 62 | 57 | 52 | 46 | 41 | 38 | 29 | 26 | 24 | 21 | 11 | 9 | 8 |
| 1.2 | 86 | 78 | 72 | 65 | 73 | 70 | 64 | 58 | 61 | 56 | 50 | 45 | 41 | 37 | 29 | 26 | 23 | 20 | 12 | 9 | 7 |
| 1.3 | 85 | 78 | 70 | 64 | 73 | 69 | 63 | 57 | 61 | 55 | 49 | 45 | 40 | 36 | 29 | 26 | 23 | 20 | 12 | 9 | 7 |
| 1.4 | 85 | 77 | 69 | 62 | 72 | 68 | 62 | 55 | 60 | 54 | 48 | 45 | 40 | 35 | 28 | 26 | 22 | 19 | 12 | 9 | 7 |
| 1.5 | 85 | 76 | 68 | 61 | 72 | 68 | 61 | 54 | 59 | 53 | 47 | 44 | 39 | 34 | 28 | 25 | 22 | 18 | 12 | 9 | 7 |
| 1.6 | 85 | 75 | 66 | 59 | 71 | 67 | 60 | 53 | 59 | 53 | 45 | 44 | 39 | 33 | 28 | 25 | 21 | 18 | 12 | 9 | 7 |
| 1.7 | 84 | 74 | 65 | 58 | 71 | 66 | 59 | 52 | 58 | 51 | 44 | 44 | 38 | 32 | 28 | 25 | 21 | 17 | 12 | 9 | 7 |
| 1.8 | 84 | 73 | 64 | 56 | 70 | 65 | 58 | 50 | 57 | 50 | 43 | 37 | 32 | 28 | 25 | 21 | 17 | 12 | 9 | 6 | 6 |
| 1.9 | 84 | 73 | 63 | 55 | 70 | 65 | 57 | 49 | 57 | 49 | 42 | 43 | 37 | 31 | 28 | 25 | 20 | 16 | 12 | 9 | 6 |
| 2.0 | 83 | 72 | 62 | 53 | 69 | 64 | 56 | 48 | 56 | 48 | 41 | 43 | 37 | 30 | 28 | 24 | 20 | 16 | 12 | 9 | 6 |
| 2.1 | 83 | 71 | 61 | 52 | 69 | 63 | 55 | 47 | 56 | 47 | 40 | 43 | 36 | 29 | 28 | 24 | 20 | 16 | 13 | 9 | 6 |
| 2.2 | 83 | 70 | 60 | 51 | 68 | 63 | 54 | 45 | 55 | 46 | 39 | 42 | 36 | 29 | 28 | 24 | 19 | 15 | 13 | 9 | 6 |
| 2.3 | 83 | 69 | 56 | 50 | 68 | 62 | 53 | 44 | 54 | 46 | 38 | 42 | 35 | 28 | 28 | 24 | 19 | 15 | 13 | 9 | 6 |
| 2.4 | 82 | 68 | 58 | 48 | 67 | 61 | 52 | 43 | 54 | 45 | 37 | 42 | 35 | 27 | 28 | 24 | 19 | 14 | 13 | 9 | 6 |
| 2.5 | 82 | 68 | 57 | 47 | 67 | 61 | 51 | 42 | 53 | 44 | 36 | 41 | 34 | 27 | 27 | 23 | 18 | 14 | 13 | 9 | 6 |
| 2.6 | 82 | 67 | 56 | 46 | 66 | 60 | 50 | 41 | 53 | 43 | 35 | 41 | 34 | 26 | 27 | 23 | 18 | 13 | 13 | 9 | 5 |
| 2.7 | 82 | 66 | 55 | 45 | 66 | 60 | 49 | 40 | 52 | 43 | 34 | 41 | 33 | 26 | 27 | 23 | 18 | 13 | 13 | 9 | 5 |
| 2.8 | 81 | 66 | 54 | 44 | 66 | 59 | 48 | 39 | 52 | 42 | 33 | 41 | 33 | 25 | 27 | 23 | 18 | 13 | 13 | 9 | 5 |
| 2.9 | 81 | 65 | 53 | 43 | 65 | 58 | 48 | 38 | 51 | 41 | 33 | 40 | 33 | 25 | 27 | 23 | 17 | 12 | 13 | 9 | 5 |
| 3.0 | 81 | 64 | 52 | 42 | 65 | 58 | 47 | 38 | 51 | 40 | 32 | 40 | 32 | 24 | 27 | 22 | 17 | 12 | 13 | 8 | 5 |
| 3.1 | 80 | 64 | 51 | 41 | 64 | 57 | 46 | 37 | 50 | 40 | 31 | 40 | 32 | 24 | 27 | 22 | 17 | 12 | 13 | 8 | 5 |
| 3.2 | 80 | 63 | 50 | 40 | 64 | 57 | 45 | 36 | 50 | 39 | 30 | 40 | 31 | 23 | 27 | 22 | 16 | 11 | 13 | 8 | 5 |
| 3.3 | 80 | 62 | 49 | 39 | 64 | 56 | 44 | 35 | 49 | 39 | 30 | 39 | 31 | 23 | 27 | 22 | 16 | 11 | 13 | 8 | 5 |
| 3.4 | 80 | 62 | 48 | 38 | 63 | 56 | 44 | 34 | 49 | 38 | 29 | 39 | 31 | 22 | 27 | 22 | 16 | 11 | 13 | 8 | 5 |
| 3.5 | 79 | 61 | 48 | 37 | 63 | 55 | 43 | 33 | 48 | 38 | 29 | 39 | 30 | 22 | 26 | 22 | 16 | 11 | 13 | 8 | 5 |
| 3.6 | 79 | 60 | 47 | 36 | 62 | 54 | 42 | 33 | 48 | 37 | 28 | 39 | 30 | 21 | 26 | 21 | 15 | 10 | 13 | 8 | 5 |
| 3.7 | 79 | 60 | 46 | 35 | 62 | 54 | 42 | 32 | 48 | 37 | 27 | 38 | 30 | 21 | 26 | 21 | 15 | 10 | 13 | 8 | 4 |
| 3.8 | 79 | 59 | 45 | 35 | 62 | 53 | 41 | 31 | 47 | 36 | 27 | 38 | 29 | 21 | 26 | 21 | 15 | 10 | 13 | 8 | 4 |
| 3.9 | 78 | 59 | 45 | 34 | 61 | 53 | 40 | 30 | 47 | 36 | 26 | 38 | 29 | 20 | 26 | 21 | 15 | 10 | 13 | 8 | 4 |
| 4.0 | 78 | 58 | 4 | 33 | 61 | 52 | 40 | 30 | 46 | 35 | 26 | 38 | 29 | 20 | 26 | 21 | 15 | 9 | 13 | 8 | 4 |
| 4.1 | 78 | 57 | 43 | 32 | 60 | 52 | 39 | 29 | 46 | 35 | 25 | 37 | 28 | 20 | 26 | 21 | 14 | 9 | 13 | 8 | 4 |
| 4.2 | 78 | 57 | 43 | 32 | 60 | 51 | 39 | 29 | 46 | 34 | 25 | 37 | 28 | 19 | 26 | 20 | 14 | 9 | 13 | 8 | 4 |
| 4.3 | 78 | 56 | 42 | 31 | 60 | 51 | 38 | 28 | 45 | 34 | 25 | 37 | 28 | 19 | 26 | 20 | 14 | 9 | 13 | 8 | 4 |
| 4.4 | 77 | 56 | 41 | 30 | 59 | 51 | 38 | 28 | 45 | 34 | 24 | 37 | 27 | 19 | 26 | 20 | 14 | 8 | 13 | 8 | 4 |
| 4.5 | 77 | 55 | 41 | 30 | 59 | 50 | 37 | 27 | 45 | 33 | 24 | 37 | 27 | 19 | 25 | 20 | 14 | 8 | 14 | 8 | 4 |
| 4.6 | 77 | 55 | 40 | 29 | 59 | 50 | 37 | 26 | 44 | 33 | 24 | 36 | 27 | 18 | 25 | 20 | 14 | 8 | 14 | 8 | 4 |
| 4.7 | 77 | 54 | 40 | 29 | 58 | 49 | 36 | 26 | 44 | 33 | 23 | 36 | 26 | 18 | 25 | 20 | 13 | 8 | 14 | 8 | 4 |
| 4.8 | 76 | 54 | 39 | 28 | 58 | 49 | 36 | 25 | 44 | 32 | 23 | 36 | 26 | 18 | 25 | 19 | 13 | 8 | 14 | 8 | 4 |
| 4.9 | 76 | 53 | 38 | 28 | 58 | 49 | 35 | 25 | 44 | 32 | 23 | 36 | 26 | 18 | 25 | 19 | 13 | 7 | 14 | 8 | 4 |
| 5.0 | 76 | 53 | 38 | 27 | 57 | 48 | 35 | 25 | 43 | 32 | 22 | 36 | 26 | 17 | 25 | 19 | 13 | 7 | 14 | 8 | 4 |

Fuente: Kazmier & Dlaz. *Estadística aplicada a la administración y economía*. p. 30.

Anexo 4. **Nivel de reflectancias de la luz en las superficies de la pared, techo y piso**

| | Color | Factor de Reflección P |
|---------|--------------------|------------------------|
| Techo | Blanco o muy claro | 0.7 |
| | Claro | 0.5 |
| | Medio | 0.3 |
| Paredes | Claro | 0.5 |
| | Medio | 0.3 |
| | Oscuro | 0.1 |
| Suelo | Claro | 0.3 |
| | Oscuro | 0.1 |

Fuente: Kazmier & Dlaz. *Estadística aplicada a la administración y economía*. p. 30.

Anexo 5. Tablas de Función de pérdida de la distribución normal L(Z)

Tables 439

Standard Normal Loss Function Table, $L(z)$

| z | -0.09 | -0.08 | -0.07 | -0.06 | -0.05 | -0.04 | -0.03 | -0.02 | -0.01 | 0.00 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -4.0 | 4.0900 | 4.0800 | 4.0700 | 4.0600 | 4.0500 | 4.0400 | 4.0300 | 4.0200 | 4.0100 | 4.0000 |
| -3.9 | 3.9900 | 3.9800 | 3.9700 | 3.9600 | 3.9500 | 3.9400 | 3.9300 | 3.9200 | 3.9100 | 3.9000 |
| -3.8 | 3.8900 | 3.8800 | 3.8700 | 3.8600 | 3.8500 | 3.8400 | 3.8300 | 3.8200 | 3.8100 | 3.8000 |
| -3.7 | 3.7900 | 3.7800 | 3.7700 | 3.7600 | 3.7500 | 3.7400 | 3.7300 | 3.7200 | 3.7100 | 3.7000 |
| -3.6 | 3.6900 | 3.6800 | 3.6700 | 3.6600 | 3.6500 | 3.6400 | 3.6300 | 3.6200 | 3.6100 | 3.6000 |
| -3.5 | 3.5900 | 3.5800 | 3.5700 | 3.5600 | 3.5500 | 3.5400 | 3.5300 | 3.5200 | 3.5100 | 3.5000 |
| -3.4 | 3.4900 | 3.4800 | 3.4700 | 3.4600 | 3.4500 | 3.4400 | 3.4300 | 3.4200 | 3.4100 | 3.4000 |
| -3.3 | 3.3900 | 3.3800 | 3.3700 | 3.3600 | 3.3500 | 3.3400 | 3.3300 | 3.3200 | 3.3100 | 3.3000 |
| -3.2 | 3.2900 | 3.2800 | 3.2700 | 3.2600 | 3.2500 | 3.2400 | 3.2300 | 3.2200 | 3.2100 | 3.2000 |
| -3.1 | 3.1900 | 3.1800 | 3.1700 | 3.1600 | 3.1500 | 3.1400 | 3.1300 | 3.1200 | 3.1100 | 3.1000 |
| -3.0 | 3.0900 | 3.0800 | 3.0700 | 3.0600 | 3.0500 | 3.0400 | 3.0300 | 3.0200 | 3.0100 | 3.0000 |
| -2.9 | 2.9900 | 2.9800 | 2.9700 | 2.9600 | 2.9500 | 2.9400 | 2.9300 | 2.9200 | 2.9100 | 2.9000 |
| -2.8 | 2.8900 | 2.8800 | 2.8700 | 2.8600 | 2.8500 | 2.8400 | 2.8300 | 2.8200 | 2.8100 | 2.8000 |
| -2.7 | 2.7900 | 2.7800 | 2.7700 | 2.7600 | 2.7500 | 2.7400 | 2.7300 | 2.7200 | 2.7100 | 2.7000 |
| -2.6 | 2.6900 | 2.6800 | 2.6700 | 2.6600 | 2.6500 | 2.6400 | 2.6300 | 2.6200 | 2.6100 | 2.6000 |
| -2.5 | 2.5900 | 2.5800 | 2.5700 | 2.5600 | 2.5500 | 2.5400 | 2.5300 | 2.5200 | 2.5100 | 2.5000 |
| -2.4 | 2.4900 | 2.4800 | 2.4700 | 2.4600 | 2.4500 | 2.4400 | 2.4300 | 2.4200 | 2.4100 | 2.4000 |
| -2.3 | 2.3900 | 2.3800 | 2.3700 | 2.3600 | 2.3500 | 2.3400 | 2.3300 | 2.3200 | 2.3100 | 2.3000 |
| -2.2 | 2.2900 | 2.2800 | 2.2700 | 2.2600 | 2.2500 | 2.2400 | 2.2300 | 2.2200 | 2.2100 | 2.2000 |
| -2.1 | 2.1900 | 2.1800 | 2.1700 | 2.1600 | 2.1500 | 2.1400 | 2.1300 | 2.1200 | 2.1100 | 2.1000 |
| -2.0 | 2.0900 | 2.0800 | 2.0700 | 2.0600 | 2.0500 | 2.0400 | 2.0300 | 2.0200 | 2.0100 | 2.0000 |
| -1.9 | 1.9900 | 1.9800 | 1.9700 | 1.9600 | 1.9500 | 1.9400 | 1.9300 | 1.9200 | 1.9100 | 1.9000 |
| -1.8 | 1.8900 | 1.8800 | 1.8700 | 1.8600 | 1.8500 | 1.8400 | 1.8300 | 1.8200 | 1.8100 | 1.8000 |
| -1.7 | 1.8046 | 1.7950 | 1.7854 | 1.7758 | 1.7662 | 1.7566 | 1.7470 | 1.7374 | 1.7278 | 1.7183 |
| -1.6 | 1.7087 | 1.6992 | 1.6897 | 1.6801 | 1.6706 | 1.6611 | 1.6516 | 1.6422 | 1.6327 | 1.6232 |
| -1.5 | 1.6138 | 1.6044 | 1.5949 | 1.5855 | 1.5761 | 1.5667 | 1.5574 | 1.5480 | 1.5386 | 1.5293 |
| -1.4 | 1.5200 | 1.5107 | 1.5014 | 1.4921 | 1.4828 | 1.4736 | 1.4643 | 1.4551 | 1.4459 | 1.4367 |
| -1.3 | 1.4275 | 1.4183 | 1.4092 | 1.4000 | 1.3909 | 1.3818 | 1.3727 | 1.3636 | 1.3546 | 1.3455 |
| -1.2 | 1.3365 | 1.3275 | 1.3185 | 1.3095 | 1.3006 | 1.2917 | 1.2827 | 1.2738 | 1.2650 | 1.2561 |
| -1.1 | 1.2473 | 1.2384 | 1.2296 | 1.2209 | 1.2121 | 1.2034 | 1.1946 | 1.1859 | 1.1773 | 1.1686 |
| -1.0 | 1.1600 | 1.1514 | 1.1428 | 1.1342 | 1.1257 | 1.1172 | 1.1087 | 1.1002 | 1.0917 | 1.0833 |
| -0.9 | 1.0749 | 1.0665 | 1.0582 | 1.0499 | 1.0416 | 1.0333 | 1.0250 | 1.0168 | 1.0086 | 1.0004 |
| -0.8 | 0.9923 | 0.9842 | 0.9761 | 0.9680 | 0.9600 | 0.9520 | 0.9440 | 0.9360 | 0.9281 | 0.9202 |
| -0.7 | 0.9123 | 0.9045 | 0.8967 | 0.8889 | 0.8812 | 0.8734 | 0.8658 | 0.8581 | 0.8505 | 0.8429 |
| -0.6 | 0.8353 | 0.8278 | 0.8203 | 0.8128 | 0.8054 | 0.7980 | 0.7906 | 0.7833 | 0.7759 | 0.7687 |
| -0.5 | 0.7614 | 0.7542 | 0.7471 | 0.7399 | 0.7328 | 0.7257 | 0.7187 | 0.7117 | 0.7047 | 0.6978 |
| -0.4 | 0.6909 | 0.6840 | 0.6772 | 0.6704 | 0.6637 | 0.6569 | 0.6503 | 0.6436 | 0.6370 | 0.6304 |
| -0.3 | 0.6239 | 0.6174 | 0.6109 | 0.6045 | 0.5981 | 0.5918 | 0.5855 | 0.5792 | 0.5730 | 0.5668 |
| -0.2 | 0.5606 | 0.5545 | 0.5484 | 0.5424 | 0.5363 | 0.5304 | 0.5244 | 0.5186 | 0.5127 | 0.5069 |
| -0.1 | 0.5011 | 0.4954 | 0.4897 | 0.4840 | 0.4784 | 0.4728 | 0.4673 | 0.4618 | 0.4564 | 0.4509 |
| 0.0 | 0.4456 | 0.4402 | 0.4349 | 0.4297 | 0.4244 | 0.4193 | 0.4141 | 0.4090 | 0.4040 | 0.3989 |

(continued)

Continuación del anexo 5.

| Standard Normal Loss Function Table, $L(z)$ (Concluded) | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| z | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 |
| 0.0 | 0.3989 | 0.3940 | 0.3890 | 0.3841 | 0.3793 | 0.3744 | 0.3697 | 0.3649 | 0.3602 | 0.3556 |
| 0.1 | 0.3509 | 0.3464 | 0.3418 | 0.3373 | 0.3328 | 0.3284 | 0.3240 | 0.3197 | 0.3154 | 0.3111 |
| 0.2 | 0.3069 | 0.3027 | 0.2986 | 0.2944 | 0.2904 | 0.2863 | 0.2824 | 0.2784 | 0.2745 | 0.2706 |
| 0.3 | 0.2668 | 0.2630 | 0.2592 | 0.2555 | 0.2518 | 0.2481 | 0.2445 | 0.2409 | 0.2374 | 0.2339 |
| 0.4 | 0.2304 | 0.2270 | 0.2236 | 0.2203 | 0.2169 | 0.2137 | 0.2104 | 0.2072 | 0.2040 | 0.2009 |
| 0.5 | 0.1978 | 0.1947 | 0.1917 | 0.1887 | 0.1857 | 0.1828 | 0.1799 | 0.1771 | 0.1742 | 0.1714 |
| 0.6 | 0.1687 | 0.1659 | 0.1633 | 0.1606 | 0.1580 | 0.1554 | 0.1528 | 0.1503 | 0.1478 | 0.1453 |
| 0.7 | 0.1429 | 0.1405 | 0.1381 | 0.1358 | 0.1334 | 0.1312 | 0.1289 | 0.1267 | 0.1245 | 0.1223 |
| 0.8 | 0.1202 | 0.1181 | 0.1160 | 0.1140 | 0.1120 | 0.1100 | 0.1080 | 0.1061 | 0.1042 | 0.1023 |
| 0.9 | 0.1004 | 0.0986 | 0.0968 | 0.0950 | 0.0933 | 0.0916 | 0.0899 | 0.0882 | 0.0865 | 0.0849 |
| 1.0 | 0.0833 | 0.0817 | 0.0802 | 0.0787 | 0.0772 | 0.0757 | 0.0742 | 0.0728 | 0.0714 | 0.0700 |
| 1.1 | 0.0686 | 0.0673 | 0.0659 | 0.0646 | 0.0634 | 0.0621 | 0.0609 | 0.0596 | 0.0584 | 0.0573 |
| 1.2 | 0.0561 | 0.0550 | 0.0538 | 0.0527 | 0.0517 | 0.0506 | 0.0495 | 0.0485 | 0.0475 | 0.0465 |
| 1.3 | 0.0455 | 0.0446 | 0.0436 | 0.0427 | 0.0418 | 0.0409 | 0.0400 | 0.0392 | 0.0383 | 0.0375 |
| 1.4 | 0.0367 | 0.0359 | 0.0351 | 0.0343 | 0.0336 | 0.0328 | 0.0321 | 0.0314 | 0.0307 | 0.0300 |
| 1.5 | 0.0293 | 0.0286 | 0.0280 | 0.0274 | 0.0267 | 0.0261 | 0.0255 | 0.0249 | 0.0244 | 0.0238 |
| 1.6 | 0.0232 | 0.0227 | 0.0222 | 0.0216 | 0.0211 | 0.0206 | 0.0201 | 0.0197 | 0.0192 | 0.0187 |
| 1.7 | 0.0183 | 0.0178 | 0.0174 | 0.0170 | 0.0166 | 0.0162 | 0.0158 | 0.0154 | 0.0150 | 0.0146 |
| 1.8 | 0.0143 | 0.0139 | 0.0136 | 0.0132 | 0.0129 | 0.0126 | 0.0123 | 0.0119 | 0.0116 | 0.0113 |
| 1.9 | 0.0111 | 0.0108 | 0.0105 | 0.0102 | 0.0100 | 0.0097 | 0.0094 | 0.0092 | 0.0090 | 0.0087 |
| 2.0 | 0.0085 | 0.0083 | 0.0080 | 0.0078 | 0.0076 | 0.0074 | 0.0072 | 0.0070 | 0.0068 | 0.0066 |
| 2.1 | 0.0065 | 0.0063 | 0.0061 | 0.0060 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0055 | 0.0053 | 0.0052 | 0.0050 |
| 2.2 | 0.0049 | 0.0047 | 0.0046 | 0.0045 | 0.0044 | 0.0042 | 0.0041 | 0.0040 | 0.0039 | 0.0038 |
| 2.3 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0031 | 0.0030 | 0.0029 | 0.0028 |
| 2.4 | 0.0027 | 0.0026 | 0.0026 | 0.0025 | 0.0024 | 0.0023 | 0.0023 | 0.0022 | 0.0021 | 0.0021 |
| 2.5 | 0.0020 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0017 | 0.0017 | 0.0016 | 0.0016 | 0.0015 |
| 2.6 | 0.0015 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0013 | 0.0013 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0011 |
| 2.7 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0009 | 0.0008 | 0.0008 | 0.0008 |
| 2.8 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0006 |
| 2.9 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 |
| 3.0 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0004 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |
| 3.1 | 0.0003 | 0.0003 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| 3.2 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 3.3 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 3.4 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 3.5 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3.6 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3.7 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3.8 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3.9 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4.0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

Fuente: Kazmier & Dlaz. *Estadística aplicada a la administración y economía*. p. 30.

