ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño de una metodología de asignación de productos en góndola para el piso de venta de una tienda minorista.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:
Bryan Andrés López Briones
Claudia Mercedes Ordóñez Balda

GUAYAQUIL - ECUADOR
Año: 2022

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi Dios que ha hecho posible que esté realizando este proyecto de titulación, por todas las bendiciones que he recibido de parte de Él a lo largo de mi vida, por su guía en el camino correcto conforme a su voluntad y por los mejores planes que tiene preparados para mí en el futuro.

A mis padres, hermana, abuelos paternos y tía con quienes he convivido y les agradezco por haberme criado con ellos de la mejor manera con valores a lo largo de mi crecimiento como persona.

A mi abuelito materno que se ha de poner feliz desde el cielo por este triunfo.

A todos los animalitos con quienes he convivido y que están en el cielo descansando.

Bryan Andrés López Briones

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi abuelita Vicenta Georgina Mercedes Flores Oquendo, conocida por sus hijos y nietos como “mamita Mercy”.

Gracias por todo su amor, sé que está celebrando conmigo desde el cielo.

Claudia Mercedes Ordóñez Balda

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Dios por darme la vida, por hacerme formar parte de una bonita familia y ser esa ayuda de siempre para que pueda superar los retos que se presenten en mi vida.

A nuestra tutora la Miss María Laura Retamales por guiarnos en este proyecto de la mejor manera con sus consejos y por apoyarnos.

A mi amiga Claudia por depositar su confianza en mí para que hagamos el proyecto de grado y por su esmero total en el mismo.

A todas las amistades de la carrera que me han apoyado en especial a Shariz que la admiro por haber salido adelante a pesar de sus inconvenientes personales y que está próxima a titularse.

Bryan López Briones

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por las bendiciones que siempre he recibido, por darme a mis padres, Malena y Francisco, y a mi hermano Diego. Papi, mami, ñaño, gracias por ser todo lo que necesito, son la bendición más grande que tengo y mis ganas de salir adelante.

Agradezco a mis amigos Yessenia, Eduardo y Bryan, por todo el apoyo que me dieron a lo largo de estos años de carrera. Su amistad fue lo mejor que me trajo la pandemia.

A los cabros por las risas y la confianza ciega en que este momento iba a llegar. 2/5

Finalmente, quiero agradecer a mi perrita Samantha por ser mi compañera de desvelos desde el inicio de este viaje.

Claudia Mercedes Ordóñez Balda

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Bryan Andrés López Briones y Claudia Mercedes Ordóñez Balda* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Bryan Andrés López Briones

Claudia Mercedes Ordóñez Balda

EVALUADORES

Firmado electrónicamente por:
JORGE FERNANDO ABAD MORAN

Jorge Abad M., Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

Firmado electrónicamente por:
MARIA LAURA RETAMALES GARCIA

María Laura Retamales G., M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene su enfoque en el piso de venta de una tienda minorista en la ciudad de Guayaquil. En la actualidad, la tienda cuenta con un portafolio de productos que supera los 10,000 SKU's (Unidades de mantenimiento de existencias) y no ha definido una metodología para la asignación óptima de espacios en las góndolas de exhibición, por lo cual el objetivo de este trabajo es diseñar una herramienta que apoye en el proceso de toma de decisión para la reposición de la mercadería en el piso de venta de una sucursal piloto, considerando restricciones de espacio y la cantidad de producto que debe exhibir la empresa para maximizar su utilidad.

Este proyecto fue realizado con la metodología "Design from Scratch", misma que se divide en cinco fases. Se inició recolectando las necesidades de los clientes y se definió el alcance del proyecto, se visitó la sucursal piloto para obtener las dimensiones promedio de los productos por subcategorías y se recolectó información de demanda y margen de utilidad para cada una. Después se realizó el análisis la data mencionada, se propuso el modelo más adecuado a las necesidades y se llevó a cabo la implementación en dos góndolas del piso de venta.

Como resultados se obtuvo incrementos en la utilidad mensual de los dos muebles, el primero de ellos mejoró en un 3,01% contra la data real registrada por la empresa, mientras la segunda góndola tuvo una mejora del 1%. Partiendo de los resultados obtenidos, se concluye que el modelo se adapta a las características del negocio, es capaz de proponer centímetros de espacio que deben asignársele a cada subcategoría para maximizar la utilidad de las góndolas y satisface las necesidades del cliente al ser viable económicamente. Conociendo esto, la implementación en las dos góndolas son un buen punto de partida para la implementación a futuro en el resto de las sucursales, dado que el potencial del modelo es incluso mayor cuando se replica a gran escala para todos los muebles de la tienda.

Palabras Clave: Metodología, góndolas, tienda minorista, piso de venta, exhibición.

ABSTRACT

The following project has its focus on the sales floor of a retail store in the city of Guayaquil. Currently, the store has a product portfolio that exceeds 10,000 SKU's (Stocks Keeping Units) and has not defined a methodology for the optimal allocation of spaces in the display shelves, for which the objective of this work is to design a tool that supports the decision-making process for the replenishment of merchandise on the sales floor of a pilot branch, considering space restrictions and the amount of product that the company must display to maximize its utility.

This project was carried out with the "Design from Scratch" methodology, which is divided into five phases. It began by collecting the needs of the clients and the scope of the project was defined, the pilot store was visited to obtain the average dimensions of the products by subcategories and information on demand and profit margin was collected for each one. Afterwards, the aforementioned data was analyzed, the most appropriate model for the needs was proposed and the implementation was carried out in two gondolas of the sales floor.

As a result, increases were obtained in the monthly utility of the two pieces of furniture, the first one improved by 3.01% against the real data registered by the company, while the second gondola had an improvement of 1%. Based on the results obtained, it is concluded that the model adapts to the characteristics of the business, is capable of proposing centimeters of space that must be assigned to each subcategory to maximize the usefulness of the gondolas and satisfies the needs of the client as it is economically viable. Knowing this, the implementation in the two gondolas is a good starting point for future implementation in the rest of the branches, since the potential of the model is even greater when it is replicated on a large scale for all the furniture in the store.

Keywords: Methodology, retail store, sales floor, display.

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
Min	Espacio mínimo
NLP	Non Lineal Problem
QFD	Quality Function Deployment
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Clients
SKU's	Stocks Keeping Units
Sub	Subcategoría
VOC	Voice of Customer

SIMBOLOGÍA

cm	Centímetro
%	Porcentaje
i,j	Subíndice
i	Subíndice
US$	Dólar americano
xi	Variable de decisión
Si	Variable de decisión del modelo de optimización propuesto
SL	Límite inferior
αi	Parámetro de la demanda de i
βi	Factor de elasticidad de espacio de i
Wi	Margen de i
P&G	Cuenta de Pérdidas y Ganancias
UMi	Utilidad Marginal de i
cmi	Espacio en centímetros que el producto ocupa frontalmente
cmt	Centímetros lineales de la góndola
efmin	Espacio frontal mínimo
Dmax	Demanda máxima diaria
Dmin	Demanda mínima diaria
Eij	Elasticidad cruzada entre i y j
Yi	Costo de inventario de i
Ti	Elasticidad del costo de operación
Smin	Proporción mínima de asignación
Smax	Proporción máxima de asignación

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Toda empresa tiene como objetivo maximizar su utilidad. En el caso de una empresa de tienda de venta al por menor, esto solo se logra a partir de la correcta exhibición de sus productos al consumidor. Surge, entonces, la necesidad de determinar: ¿cuál es la cantidad óptima de producto que debe ser asignada a una góndola en el piso de venta para rentabilizar una sucursal? Conceptos como: capacidad del mueble, zonificación por naturaleza del producto y rotación son imprescindibles para dar solución a esta necesidad, ya que la venta en un sistema de autoservicio no depende únicamente de la disponibilidad del producto, sino también de la distribución que se le asigne y si esta promueve la compra de otros artículos complementarios. Cuando criterios como estos no son considerado se incurre en costos de inventario a causa de una rotación baja.

El actual proyecto tiene presente estas consideraciones y enfoca los esfuerzos en el piso de venta de una tienda minorista de artículos varios, específicamente en su proceso de colocación de mercadería en las góndolas. La tienda minorista cuenta con diversas unidades de negocio, pero debido a la complejidad del proyecto se define el enfoque en productos de la categoría “Hogar”, dentro de la cual se encuentra el grupo “Cocina”, donde existen en la actualidad 38 subcategorías, mismas en las que se trabajará directamente para determinar la cantidad de espacio que deben ocupar en las góndolas. Para lograr esto se tomarán las medidas de promedio que represente al universo de productos dentro de una subcategoría y datos de interés como: demanda de los últimos 12 meses, precio unitario, utilidad y costo unitarios; esto con el fin de determinar, mediante un modelo de programación no lineal, su espacio óptimo en los muebles de exhibición. Este modelo, además, es una iniciativa que puede ser replicable a otras unidades de negocio.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad la empresa no cuenta con una metodología de asignación de productos en las góndolas que le indique la cantidad óptima que deben colocar para maximizar su utilidad. Al hacerlo empíricamente, no garantiza que sea la más

beneficiosa para ella y sus clientes, afecta a la exhibición de productos y, por ende, la visibilidad de los clientes en el momento de decidir una comprar. Por esta razón, la empresa requiere establecer la carga por subcategoría que debería asignársele a cada góndola, considerando factores de capacidad, demanda, margen de contribución y su zonificación en el piso de venta, a fin lograr la exhibición que traiga mayor beneficio a la empresa.

1.2 Declaración de oportunidad

Debido a que la tienda de venta al por menor requiere que sus muebles de exhibición estén con productos surtidos, con alta exhibición y con la ubicación correcta tanto en posicionamiento del producto como el sitio, se define la siguiente declaración de oportunidad: “La tienda minorista necesita un modelo de asignación de existencias en las góndolas, que considere las dimensiones de los productos, la capacidad de carga de cada mueble de exhibición y que asegure que la ocupación de estos no esté por debajo del 90%, dado que actualmente no se han establecido criterios para la reposición de mercadería en la tienda”.

1.3 Justificación de la oportunidad.

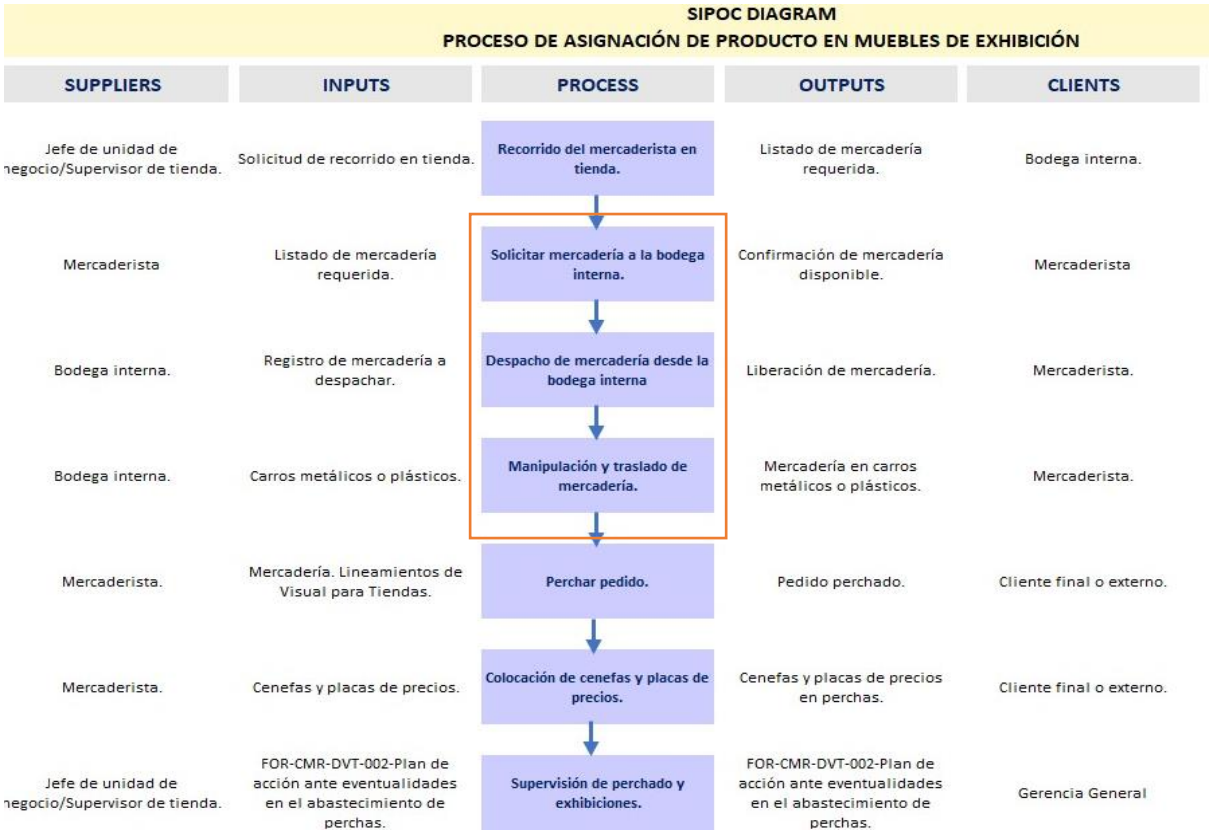
La tienda minorista no cuenta con una capacidad de carga en sus muebles de exhibición, tampoco con medidas de las dimensiones de los muebles de exhibición y de productos que permitan mediante cálculos conocer cuántos productos como máximo entran en un mueble de exhibición, teniendo inconvenientes en las personas que realizan la reposición de productos al desconocer la cantidad correcta que deben ir en las perchas. Por lo que el diseño de un modelo de asignación de productos a góndolas ayudará al mercaderista a determinar la cantidad exacta de productos que deben ser ubicadas considerando dimensiones de la góndola y de productos.

1.4 Determinación del alcance de proyecto

Se realiza una visita a la tienda para la validación del diagrama SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes), esto se evidencia en el Apéndice A en donde se muestra el registro respectivo con los detalles de las actividades durante la visita.

Mediante este diagrama que se observa en la Figura 1.1. se puede definir el alcance del proyecto mediante el establecimiento de: proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes.

Cabe recalcar que el proceso en el que se analizará el proyecto inicia desde que se solicita la mercadería a la bodega interna y finaliza en el perchado del pedido, siendo estas actividades las que se abarcan en las diferentes unidades de negocio que tiene la organización.



SIPOC DIAGRAM
PROCESO DE ASIGNACIÓN DE PRODUCTO EN MUEBLES DE EXHIBICIÓN

SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CLIENTS
Jefe de unidad de negocio/Supervisor de tienda.	Solicitud de recorrido en tienda.	Recorrido del mercaderista en tienda.	Listado de mercadería requerida.	Bodega interna.
Mercaderista	Listado de mercadería requerida.	Solicitar mercadería a la bodega interna.	Confirmación de mercadería disponible.	Mercaderista
Bodega interna.	Registro de mercadería a despachar.	Despacho de mercadería desde la bodega interna	Liberación de mercadería.	Mercaderista.
Bodega interna.	Carros metálicos o plásticos.	Manipulación y traslado de mercadería.	Mercadería en carros metálicos o plásticos.	Mercaderista.
Mercaderista.	Mercadería. Lineamientos de Visual para Tiendas.	Perchar pedido.	Pedido perchado.	Cliente final o externo.
Mercaderista.	Cenefas y placas de precios.	Colocación de cenefas y placas de precios.	Cenefas y placas de precios en perchas.	Cliente final o externo.
Jefe de unidad de negocio/Supervisor de tienda.	FOR-CMR-DVT-002-Plan de acción ante eventualidades en el abastecimiento de perchas.	Supervisión de perchado y exhibiciones.	FOR-CMR-DVT-002-Plan de acción ante eventualidades en el abastecimiento de perchas.	Gerencia General

Figura 1.1 Diagrama SIPOC [Fuente: Elaboración propia]

1.5 Restricciones del proyecto

El presente proyecto cuenta con las siguientes restricciones asociadas al diseño del modelo de asignación:

- Capacidad de carga de cada mueble de exhibición.
- Dimensiones de los muebles de exhibición.
- Centímetros disponibles en cada mueble de exhibición del grupo.
- Tamaño promedio de los productos por cada grupo.

1.6 Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Asegurar la exhibición de productos en una unidad de negocio de una tienda minorista en piso de ventas a no menos del 90% de ocupación en el anaquel, a través de una metodología de asignación de espacio en anaquel que considere las dimensiones de los productos, con el fin de conocer la capacidad de carga de la exhibición estantería, en un plazo de 4 meses.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar análisis ABC para determinar el grupo piloto dentro de la unidad de negocio más representativa.
- Realizar mediciones a las dimensiones del mueble de exhibición en el grupo más representativo en la unidad de negocio elegida.
- Analizar los datos recopilados.
- Diseñar una metodología de asignación de espacio a los muebles de exhibición con los datos recolectados.
- Implementar la metodología en el grupo.

1.7 Marco teórico

En el siguiente apartado se detallan conceptos fundamentales para la comprensión del proyecto integrador.

1.7.1. Triple línea base

La Triple Línea Base es un marco contable que incorpora tres dimensiones o pilares de desempeño que toda empresa debería considerar en el desarrollo de sus actividades, estos son: social, ambiental y económico. Esta visión difiere de los objetivos tradicionales al incluir un factor ecológico y social, medible, que asegure el desarrollo sostenible (Slaper, 2011).

- Pilar económico: Este pilar mide el flujo de dinero. Tiene enfoque en los ingresos, tasas de interés, factores de ambiente empresarial, contrataciones y diversidad de factores de negocio. Algunos ejemplos de este pilar son la tasa de crecimiento de empleo, la tasa de contratación de personal y el costo de despidos (Slaper, 2011).

- Pilar social: El pilar social tiene su enfoque en comunidades. Promueve la educación, equidad y acceso a recursos sociales, salud, calidad de vida y capital social. Algunos ejemplos de este pilar son: ingreso promedio de una casa regular, pobreza relativa, porcentaje de población con un título de segundo nivel y la tasa de participación de personal femenino en un área (Slaper, 2011).
- Pilar ambiental: El pilar ambiental debe representar medidas de recursos naturales y reflejar la influencia potencial de estos. Puede incorporar la calidad del aire y agua, consumo de energía, desechos sólidos y líquidos y metros de área usada para una actividad versus cómo se contrarresta este impacto (Slaper, 2011).

1.7.2. Modelo de optimización no lineal (NLP)

Se denominan modelos de optimización no lineal a aquellos en los cuales una o más variables de decisión tienen un exponente distinto de uno y, a su vez, están incluidas en la función objetivo y/o restricciones (Cantu, 1996).
Los criterios básicos para la formulación de un problema de optimización no lineal son los siguientes (Cantu, 1996):

- **Variable de decisión (Xi):** Son las variables a las que el modelo asigna un valor que maximiza o minimiza la función objetivo. Estas pueden ser discretas o continuas y positivas o negativas, dependiendo del escenario que se busca representar (Cantu, 1996).
- **Función Objetivo:** Es la función con la que se describe matemáticamente una necesidad u objetivo. Su resultado depende del valor que tomen las variables de decisión. Puede ser una función de maximización o minimización, según se requiera (Cantu, 1996).
- **Restricciones:** Conjunto de parámetros que delimitan los valores que pueden asignársele a las variables de decisión. Las restricciones pueden ser de capacidad, disponibilidad de recursos, naturaleza de las variables, valores mínimos y máximos, entre otras, según el escenario que se quiera analizar (Cantu, 1996).
- **Solución factible:** Un modelo de optimización da como resultado una solución factible cuando el algoritmo es capaz de determinar los valores que deben

tomar las variables de decisión cumpliendo las restricciones propuestas. Esta solución es buena, mas no la óptima, por lo que puede haber más de una solución factible (Cantu, 1996).

- **Solución no factible:** Un modelo de optimización da como resultado una solución no factible cuando el algoritmo no es capaz de asignar valores a las variables de decisión que cumplan con las restricciones propuestas (Cantu, 1996).
- **Solución óptima:** Una solución es óptima cuando todas las variables cumplen con las restricciones y se para cumple el objetivo de minimización o maximización (Cantu, 1996).

1.7.3. Modelo de Corsjeans y Doyle.

Es un modelo de optimización no lineal en el cual se modela el margen obtenido por cada producto, considerando la demanda y como afecta a esta la asignación de producto en una góndola de exhibición para maximizar el margen total obtenido. En el proyecto, por fines prácticos, dado que la empresa cuenta con un catálogo de más de 10,000 SKU's (Unidades de mantenimiento de existencias), no se trabajará a nivel de producto, sino que se escalará a la subcategoría para reducir el número de mediciones necesarias para correr el modelo, el cual tiene la siguiente forma (Corstjens & Doyle, 1981).

Función Objetivo:

$$\boldsymbol{max \sum_{i=1}^{k} w_i a_i = w_i\left(\sum_{i=1}^{k} a_i (S_i)^{\beta i} \prod_{j=1}^{k} S_j^{Eij}\right) - Y_i\left(\sum_{i=1}^{k} a_i^{Ti} (S_i)^{\beta i * Ti} \prod_{j=1}^{k} S_j^{Eij * Ti}\right)} \quad (1.1)$$

Restricciones:

$$\boldsymbol{\sum_{i=1}^{k} S_i \leq 1 \qquad Smin \leq Si \leq Smax} \qquad (1.2)$$

$$\boldsymbol{S_i \geq 0} \qquad (1.3)$$

Donde:

i,j: Subcategoría dentro de una unidad de negocio.

βi: Elasticidad del espacio del mueble del producto de i.

Wi: Utilidad unitaria de i en dólares

Eij: Elasticidad cruzada entre i y j.

αi: Parámetro de la demanda en unidades de producto de i.

Yi: Costo de inventario de i en dólares.

Ti: Elasticidad del costo de operación asociado al incremento en ventas del producto i.

Si: Proporción de espacio asignado a i en el total de espacio disponible en la góndola. Entre 0 y 1.

Smin: Proporción mínima de asignación.

Smax: Proporción máxima de asignación.

El modelo descrito será adaptado al contexto de la empresa en etapas posteriores, simplificando la función objetivo.

1.7.4. Unidad de negocio.

Son las unidades en las que se divide la empresa en base a los productos diferenciados dentro de su catálogo, publicidad, mercado objetivo y estrategias corporativas.

1.7.5. Subcategoría.

Conjunto de productos de igual naturaleza y atributos similares dentro de un catálogo general.

1.7.6. Margen de un producto.

Diferencia entre el precio de venta al público y el costo del producto.

1.7.7. Utilidad.

Diferencia entre los ingresos y la suma de los costos y gastos de un ejercicio o empresa.

1.7.8. Cuenta de pérdidas y ganancias (P&G)

Un P&G, también llamado “cuenta de resultados”, es el documento que detalla el conjunto de ingresos y gastos que genera una organización producto de sus actividades durante un ejercicio contable.

1.7.9. Caras de un producto

El concepto “caras de un producto”, también llamado “facing”, hace referencia a las unidades de un mismo producto que se encuentran ubicadas en la vista frontal

de la góndola (Takaoka, 2010). La importancia de este concepto radica en que la vista frontal es la única que influye en la decisión de compra del consumidor.

Para mayor compresión de este concepto que será fundamental en análisis posteriores se muestra la Figura 1.2 donde se ejemplifica una góndola que cuenta con seis productos distintos: naranja, azul, verde, rojo, negro y amarillo. Cada uno tiene facing = 3, 6, 4, 5, 12 y 15 respectivamente.

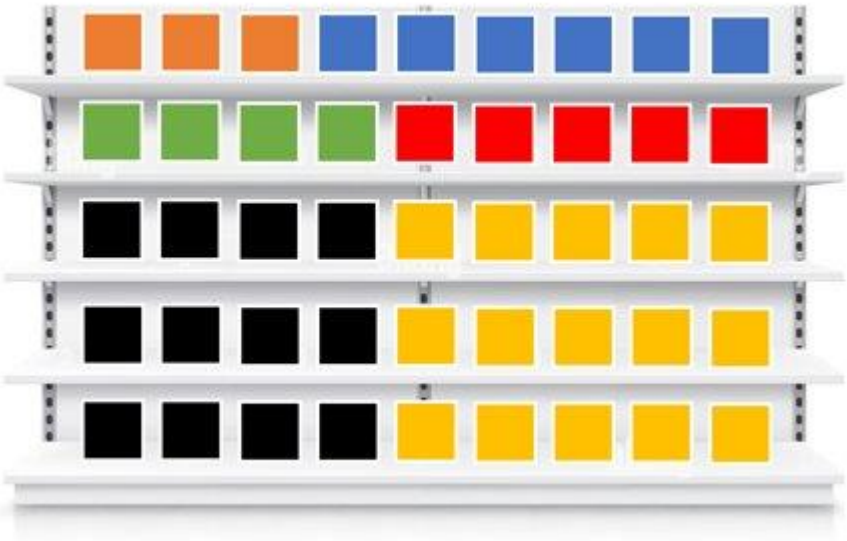


Figura 1.2 Representación del número de caras que ocupan seis productos dentro de una góndola de exhibición [Fuente: Elaboración propia]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto se basó en la metodología Design From Scratch (Diseño desde Cero), en la que se ejecutó el diseño de un modelo de asignación de productos en góndolas para una tienda minorista. Para su desarrollo se tuvo como punto de partida la recolección de las necesidades del cliente con el fin de traducirlas a requerimientos técnicos y considerarlas en el modelo matemático.

La metodología consta de cuatro etapas, las cuales serán explicadas en los siguientes apartados.

2.1 Definición

2.1.1 Lluvia de ideas de diferentes cargos en la empresa.

Para la recolección de necesidades del cliente realizó una lluvia de ideas mediante visitas a la tienda minorista y reuniones virtuales, donde se escucharon diferentes perspectivas que aportaron al desarrollo de una solución para la problemática que presentan. En el Apéndice B se presentan las evidencias de las reuniones virtuales y registros con el detalle de la reunión en piso de venta. En la Figura 2.1 se evidencia el resultado del ejercicio.

Figura 2.1 Lluvia de ideas de los diferentes cargos en la empresa [Fuente: Elaboración propia]

2.1.2 Voz del cliente (VOC)

Luego de haber recolectado mediante la lluvia de ideas los distintos puntos de dolor que tienen como clientes internos, se procedió a realizar la voz del cliente, la cual fue dividida en: cliente, necesidad y requerimiento, como se muestra en la Figura 2.2.

Figura 2.2 VOC [Fuente: Elaboración propia]

2.1.3 Especificaciones técnicas (QFD)

Para la elaboración del Quality Function Deployment (Despliegue de la Función de Calidad), se estructuraron con los requerimientos de los clientes y se los tradujo a requerimientos técnicos, a los que se asignó un puntaje con el fin de determinar las especificaciones más relevantes. Los resultados son visibles en la Figura 2.3.

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Column #	1	2	3	4
				Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	X	▲	▲	▲
				Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows") / Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	% Espacio en percha utilizado = (espacio usado (cm)/ espacio disponible (cm))	% Personal entrenado para el proceso de reposición en la tienda = (numero de personal entrenado en la tienda/ total de	% Producto obsoleto= (unidades de producto que va en liquidación/ capacidad de la percha en unidades)	% Producto ocupado= (espacio de producto ocupado (cm)/ espacio disponible (cm))
1	9	17.5	7.0	La percha debe estar llena en su máxima capacidad	⊖	○	▲	⊖
2	9	22.5	9.0	Alta exhibición de productos	⊖	○	▲	⊖
3	9	15.0	6.0	Determinar la cantidad a ser ubicado de un producto X	⊖	⊖	⊖	⊖
4	9	20.0	8.0	Empoderar al colaborador en su proceso de reposición en la percha	▲	⊖	▲	▲
5	9	25.0	10.0	Reducir los productos obsoletos en perchas	▲	○	⊖	▲
				Target or Limit Value	100%	100%	0%	90%
				Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely	3	4	5	2
				Max Relationship Value in Column	9	9	9	9
				Weight / Importance	540.0	510.0	420.0	540.0
				Relative Weight	15.1	14.2	11.7	15.1

Figura 2.3 QFD [Fuente: Elaboración propia]

Luego de haber realizado la respectiva ponderación por importancia entre los requerimientos del cliente y los técnicos se obtuvieron como resultado las tres especificaciones técnicas más relevantes las cuales son:

- % Espacio en percha utilizado (90% - 100%)
- % Personal entrenado para el perchado de reposición en la tienda (100%)
- % Producto ocupado (Espacio mínimo que ocupa el producto. ≤Si≤ 50% del espacio total en la góndola)

2.1.4 Pilares de Sostenibilidad

El presente proyecto, además de cumplir con las especificaciones técnicas mencionadas en el apartado anterior, propone objetivos de sostenibilidad desde sus tres pilares fundamentales: económico, social y ambiental.

2.1.4.1 Pilar Económico

En este pilar se tiene como objetivo maximizar la exhibición de las existencias en tienda mediante el diseño de una metodología de asignación de productos en góndolas.

Para esto se desarrolló el indicador que corresponde a la ecuación (2.1)

$$\%\ \boldsymbol{tasa\ de\ crecimiento} = \left(\frac{\boldsymbol{Utilidad\ mensual\ de\ la\ función\ objetivo}}{\boldsymbol{Utilidad\ real\ mensual}} - \mathbf{1}\right) * \mathbf{100} \tag{2.1}$$

2.1.4.2 Pilar Social

Capacitar al personal del equipo de trabajo en el proceso de asignación de modelos. El indicador que permitirá llevar el control de este objetivo corresponde a la ecuación (2.2)

$$\%\ \boldsymbol{de\ colaboradores\ capacitados\ en\ el\ equipo\ de\ trabajo} = \left(\frac{\boldsymbol{Cantidad\ de\ colaboradores\ capacitados}}{\boldsymbol{Equipo\ de\ trabajo\ total}}\right) * \mathbf{100} \tag{2.2}$$

2.1.4.3 Pilar Ambiental

Reducir productos obsoletos en percha, lo cual se traduce en desperdicios para la empresa. El indicador propuesto corresponde a la ecuación (2.3)

$$\%\ \boldsymbol{porcentaje\ de\ producto\ obsoleto} = \left(\frac{\boldsymbol{Número\ de\ producto\ que\ pasa\ a\ liquidación}}{\boldsymbol{Capacidad\ de\ la\ percha}}\right) * \mathbf{100} \tag{2.3}$$

2.2 Recolección de datos

2.2.1 Diagrama de Pareto por unidad de negocio

Para determinar la unidad más representativa de negocio sobre la cual se trabajará en el proyecto se procedió a realizar estratificaciones por: ventas en los últimos 12 meses relacionadas a las unidades, ventas traducidas a dinero en los últimos 12 meses y margen de utilidad en los últimos 12 meses, como se muestra en la Figura 2.4, Figura 2.5 y Figura 2.6 respectivamente.

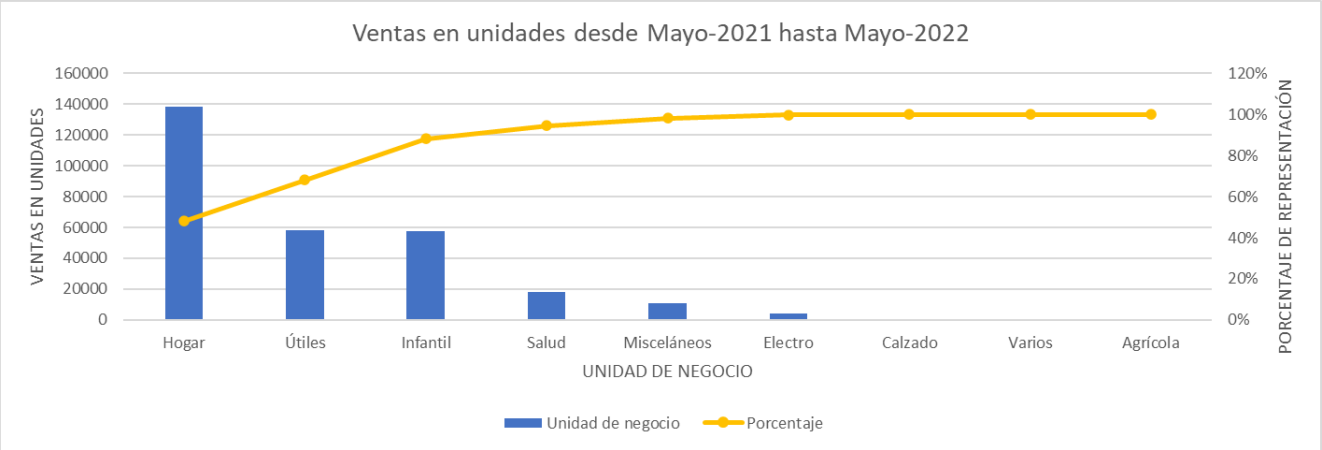


Figura 2.4 Diagrama de Pareto de ventas en unidades desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 [Fuente: Elaboración propia]

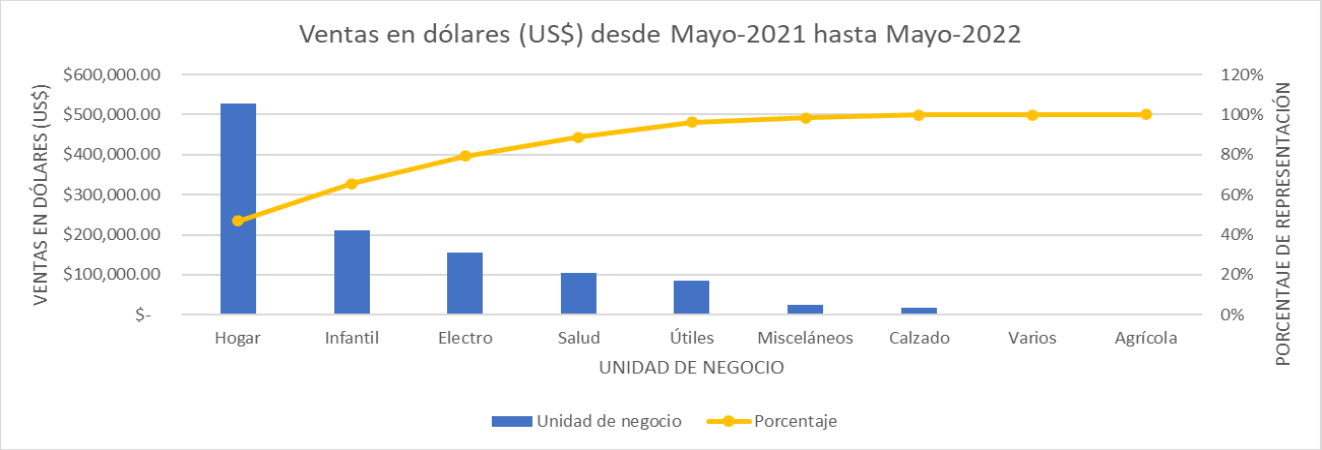


Figura 2.5 Diagrama de Pareto de ventas en dólares (US$) desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 [Fuente: Elaboración propia]

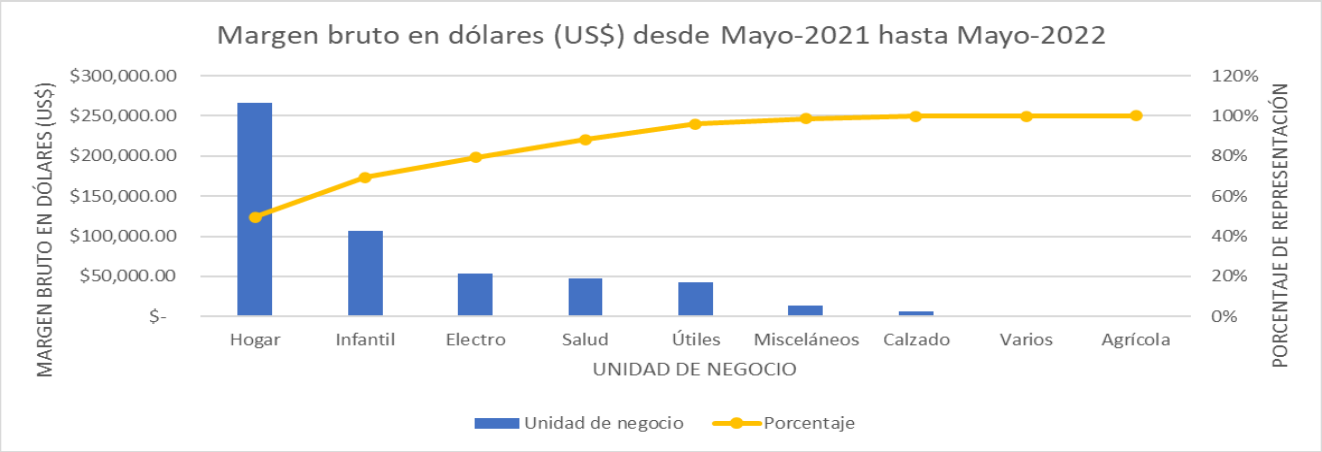


Figura 2.6 Diagrama de Pareto del margen bruto en dólares (US$) desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 [Fuente: Elaboración propia]

Luego de estratificar por unidad de Negocio en los tres criterios establecidos, se obtuvo como resultado que la unidad de negocio más representativa es “Hogar”.

2.2.2 Diagrama de Pareto por grupo

Después de haber realizado la estratificación por unidad de negocio se realizó otra estratificación dentro de “Hogar” por ventas y margen de utilidad como se muestran en la Figura 2.7 y Figura 2.8

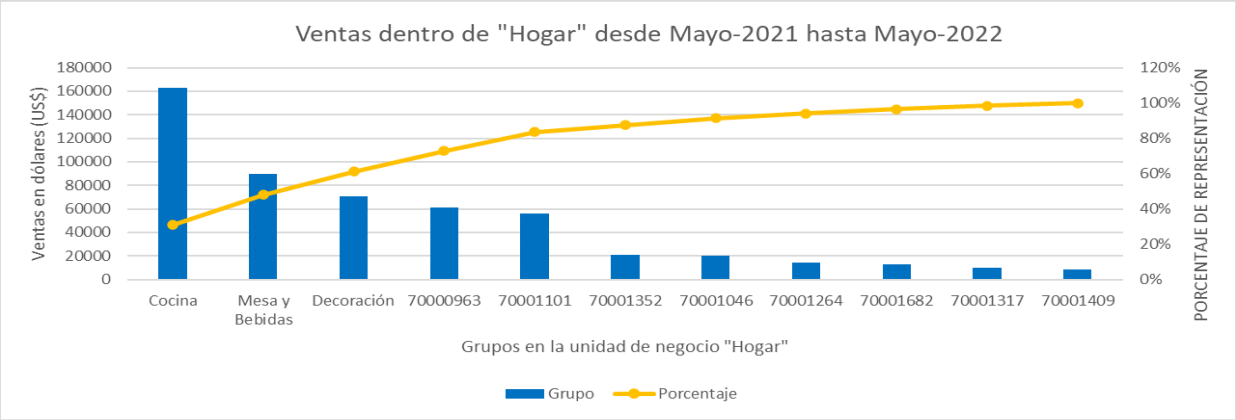


Figura 2.7 Diagrama de Pareto de ventas por grupo dentro de “Hogar” en dólares (US$) desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 [Fuente: Elaboración propia]

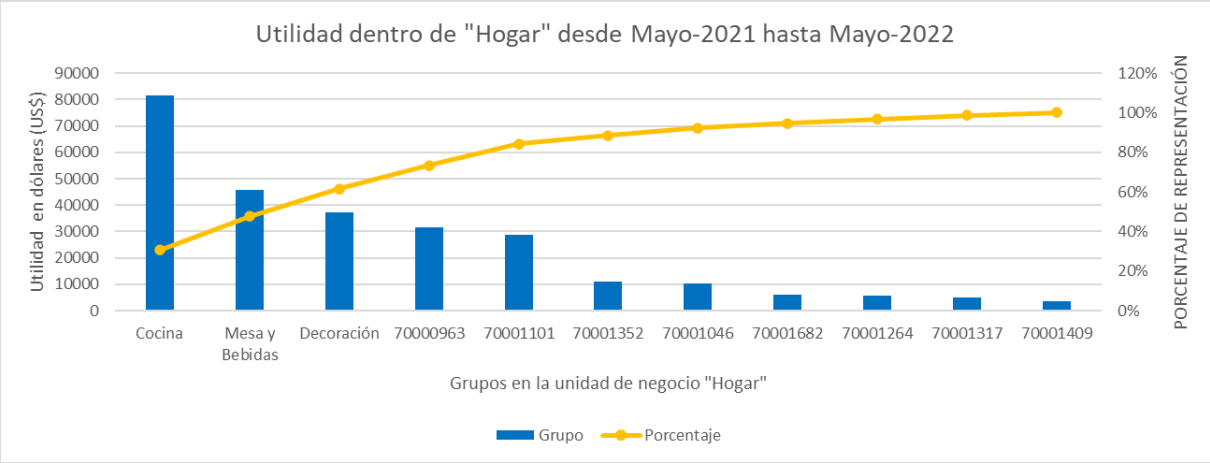


Figura 2.8 Diagrama de Pareto de utilidad por grupo dentro de hogar en dólares (US$) desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 [Fuente: Elaboración propia]

Una vez estratificado por los dos criterios descritos anteriormente se obtuvo como resultado que el grupo más representativo es “Cocina”. Por lo tanto, es el grupo con el que se trabajará con sus respectivas subcategorías.

2.2.3 Plan de recolección de datos.

Para obtener los datos a utilizar en el modelo y cumplir con las especificaciones técnicas del cliente se empleó mediante la Tabla 2.1 un plan de recolección en el que se desarrollan los diversos parámetros a ser medidos. Estos parámetros fueron obtenidos a través de mediciones en el piso de venta, como se muestra en el Apéndice C. A su vez, la empresa cuenta con información histórica que será de utilidad para el desarrollo del proyecto, como se observa en el Apéndice D.

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]

Plan de recolección de datos									
No.	¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	Uso futuro	¿Quién?
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?		Persona a cargo
1	Demanda del producto	Unidades	Cuantitativo-Discreto	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Base de datos proporcionado por el departamento comercial en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022	Porque ayudará a determinar la cantidad de producto que ocupará en la góndola	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez
2	Unidades vendidas	Unidades	Cuantitativo-Discreto	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Base de datos proporcionado por el departamento comercial en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en la góndola	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez

Plan de recolección de datos									
No.	¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	Uso futuro	¿Quién?
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?		Persona a cargo
3	Largo del producto	Centímetros	Cuantitativo-Continuo	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Visita a la sucursal para toma de mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en la góndola	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez
4	Diámetro del producto	Centímetros	Cuantitativo-Continuo	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Visita a la sucursal para toma de mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en la góndola	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez

Plan de recolección de datos									
No.	¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	Uso futuro	¿Quién?
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?		Persona a cargo
5	Utilidad del producto	Dólares	Cuantitativo-Continuo	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Base de datos proporcionado por el departamento comercial en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022	Porque se quiere determinar un margen de ganancia con respecto a las ventas	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez
6	Precio del producto	Dólares	Cuantitativo-Continuo	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Base de datos proporcionado por el departamento comercial en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022	Porque se quiere determinar un margen de ganancia con respecto a las ventas	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez

Plan de recolección de datos									
No.	¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	Uso futuro	¿Quién?
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?		Persona a cargo
7	Costo del producto	Dólares	Cuantitativo-Continuo	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Base de datos proporcionado por el departamento comercial en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022.	Porque se quiere determinar un margen de ganancia con respecto a las ventas	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez
8	Largo de la góndola	Centímetros	Cuantitativo-Continuo	Sucursal C.C. Plaza Mayor	11/6/2022-15/6/2022	Visita a la sucursal para toma de mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará el producto	Porque ayudará determinar la cantidad correcta de producto a ser ubicados en los muebles de exhibición	Bryan López-Claudia Ordóñez

2.2.4 Recopilación de datos promedio de los tamaños de los productos del grupo "Cocina"

Se midió un valor promedio por cada subcategoría de productos para obtener sus dimensiones con respecto al: largo, ancho, profundidad y diámetro dependiendo de la naturaleza del producto, como se observa en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 Dimensiones por cada subcategoría en el subgrupo "Cocina" [Fuente: Elaboración propia]

# De subcategoría	Subcategoría	Largo del producto (cm) o Diámetro del producto (cm)	Largo Góndola (cm)	Utilidad del producto (US$)	Demanda (unidades de producto)	Ventas (unidades de producto)	Precio (US$)	Costo (US$)
1	BANDEJAS PARA HORNO	32	1904	$7.86	64	64	$16.19	$8.32
2	MOLDES DESECHABLES	32	1904	$0.77	260	260	$1.45	$0.69
3	REFRACTARIOS PIEZAS SUELTAS	39	1904	$4.32	240	225	$6.91	$2.59
4	SET DE REFRACTARIOS	39	1904	$6.06	21	20	$11.93	$5.88
5	PAPEL ALUMINIO	30	1904	$0.49	398	379	$1.05	$0.56
6	DELANTAL DE COCINA	24	1904	$1.69	29	24	$3.44	$1.75
7	TOALLAS DE COCINA	24	1904	$0.55	319	308	$0.99	$0.45
8	GUANTES Y COGEOLLAS	13	1904	$0.78	97	95	$1.61	$0.83
9	UTENSILIOS ACERO EN SET	8	1904	$3.46	23	21	$7.02	$3.55
10	UTENSILIOS MADERA EN SET	8	1904	$3.67	24	13	$7.01	$3.35
11	UTENSILIOS NYLON EN SET	8	1904	$2.29	110	94	$4.13	$1.85
12	UTENSILIOS SILICON EN SET	8	1904	$4.48	12	12	$8.59	$4.11
13	UTENSILIOS CERÁMICA EN SET	8	1904	$0.27	48	43	$ 2.01	$1.75
14	COLADORES Y ESCURRIDORES	28	1904	$1.58	1742	1645	$ 3.00	$1.42

# De subcategoría	Subcategoría	Largo del producto (cm) o Diámetro del producto (cm)	Largo Góndola (cm)	Utilidad del producto (US$)	Demanda (unidades de producto)	Ventas (unidades de producto)	Precio (US$)	Costo (US$)
15	EMBUDOS	28	1904	$0.38	368	358	$0.70	$0.32
16	RALLADORES	12	1904	$1.53	508	469	$2.82	$1.29
17	RODILLO	30	1904	$2.30	39	39	$4.45	$2.16
18	TABLAS DE PICAR	26	1904	$2.50	690	658	$4.87	$2.37
19	ABRELATAS Y DESTAPADORES	6	1904	$0.29	43	22	$0.94	$0.65
20	BATIDORA MANUAL	6	1904	$0.99	201	199	$1.78	$0.79
21	BROCHAS SILICON	6	1904	$0.92	222	222	$1.91	$0.98
22	CUCHARONES	11	1904	$1.32	453	431	$2.54	$1.21
23	ESPÁTULAS - COCINA	11	1904	$1.26	395	372	$2.37	$1.11
24	ESPUMADERAS Y ESPAGUETERAS	11	1904	$1.34	111	103	$2.36	$1.02
25	EXPRIMIDORES CÍTRICOS	11	1904	$0.77	431	393	$1.54	$0.76
26	MAJA PAPAS	11	1904	$3.69	23	19	$5.37	$1.68
27	PELADORES Y CORTADORES	11	1904	$1.34	567	522	$2.50	$1.16
28	PINZAS PARA COCINA	11	1904	$1.15	34	26	$2.12	$0.97
29	TIJERAS PARA COCINA	11	1904	$3.03	11	10	$6.36	$3.33
30	PANERA METÁLICA	24	1904	$8.14	7	7	$15.09	$6.96
31	PANERA PLÁSTICA	24	1904	$1.50	15	15	$3.16	$1.66
32	TAZONES Y BOWL DE PREPARACIÓN	36	1904	$3.30	38	37	$7.44	$4.14
33	BALANZA DIGITAL	22	1904	$11.37	137	127	$20.68	$9.31
34	BALANZA MANUAL	22	1904	$ 4.72	36	32	$8.40	$3.67
35	MOLDES CAKE	30	1904	$3.12	336	309	$5.94	$2.82
36	MOLDES EN SET	30	1904	$5.67	129	109	$10.18	$4.51
37	JARRA Y CUCHARA MEDIDORA	13	1904	$0.72	638	616	$1.42	$0.70

# De subcategoría	Subcategoría	Largo del producto (cm)o Diámetro del producto (cm)	Largo Góndola (cm)	Utilidad del producto (US$)	Demanda (unidades de producto)	Ventas (unidades de producto)	Precio (US$)	Costo (US$)
38	MOLDES PARA CHOCOLATE	18	1904	$0.99	16	16	$1.87	$0.88
39	CORTADOR DE GALLETAS	12	1904	$1.32	213	190	$2.08	$0.75
40	DECORADORES DE TORTA Y MANGAS	16	1904	$1.39	151	141	$2.43	$1.04
41	UTENSILIOS DE REPOSTERIA SET	8	1904	$4.88	25	25	$9.05	$4.18
42	SARTENES DE TEFLÓN EN SET	30	1904	$6.29	85	77	$13.72	$7.42
43	GRILL	30	1904	$6.44	37	33	$12.76	$6.32
44	PAELLERA Y PAILA	30	1904	$4.66	28	28	$9.77	$5.11
45	WOK	30	1904	$7.08	41	37	$15.46	$8.38
46	SARTENES DE ACERO PIEZAS SUELTAS	30	1904	$8.76	41	36	$19.32	$10.56
47	SARTENES DE CERAMICA PIEZAS SUELTAS	30	1904	$3.95	14	12	$4.45	$0.50
48	SARTENES DE TEFLÓN PIEZAS SUELTAS	30	1904	$4.61	616	588	$9.22	$4.61
49	AFILADORES DE CUCHILLOS	12	1904	$3.44	223	214	$6.86	$3.42
50	ORGANIZADOR PARA CUCHILLOS	22	1904	$2.93	23	21	$5.67	$2.74
51	CUCHILLOS Y HACHAS USO DIARIO PZAS. SUELTAS	6	1904	$1.53	620	580	$3.04	$1.51

# De subcategoría	Subcategoría	Largo del producto (cm) o Diámetro del producto (cm)	Largo Góndola (cm)	Utilidad del producto (US$)	Demanda (US$)	Unidades vendidas (US$)	Precio (US$)	Costo (US$)
57	LEGUMBRERAS	30	1904	$5.03	164	138	$10.35	$5.32
58	PORTACUCHARA	38	1904	$1.23	277	272	$2.75	$1.52
59	PORTAUTENSILIOS	38	1904	$2.41	6	6	$5.00	$2.59
60	OLLAS ALUMINIO EN SET	20	1904	$13.34	15	15	$23.22	$9.87
61	OLLAS DE ACERO EN SET	20	1904	$33.63	49	46	$68.79	$35.15
62	OLLAS HIERRO ENLOZADO EN SET	20	1904	$11.64	33	33	$25.11	$13.47
63	OLLAS TEFLÓN EN SET	20	1904	$23.05	51	51	$50.95	$27.90
64	OLLAS ALUMINIO PIEZAS SUELTAS	20	1904	$10.50	23	23	$18.86	$8.36
65	OLLAS CERÁMICA PIEZAS SUELTAS	20	1904	$5.48	10	5	$6.40	$0.93
66	OLLAS DE ACERO PIEZAS SUELTAS	20	1904	$16.38	122	117	$33.42	$17.04
67	OLLAS HIERRO ENLOZADO PIEZAS SUELTAS	20	1904	$9.73	72	72	$18.51	$8.78
68	OLLAS TEFLÓN PIEZAS SUELTAS	20	1904	$19.21	23	21	$28.64	$9.43
52	CUCHILLOS Y HACHAS USO DIARIO SET	6	1904	$3.74	335	322	$7.77	$4.03
53	CUCHILLOS Y HACHAS EN PIEZAS SUELTAS PRO	6	1904	$3.66	169	155	$7.43	$3.77
54	CANTINAS	13	1904	$8.56	171	161	$18.05	$9.50
55	HERVIDORES DE LECHE	13	1904	$6.17	117	108	$12.68	$6.51
56	FRUTEROS DE COCINA	30	1904	$6.71	73	72	$8.52	$1.80

2.2.5 Prueba de confiabilidad de la data.

Para validar que las mediciones de las dimensiones de cada producto fueran representativas para las subcategorías del grupo “Cocina”, se realizó una prueba de hipótesis, como se observa en la tabla 2.3.

Ho: Los datos recolectados por Bryan López y Claudia Ordóñez no varían por más del 5%

Hi: ¬ Ho

Tabla 2.3 Medición de largo promedio por subcategoría [Fuente: Elaboración propia]

Analista: Bryan López	Analista: Claudia Ordóñez
LARGO (cm)	LARGO (cm)
32	32
32	32
39	39
39	39
30	30
24	24
24	24
13	13
8	8
8	8
8	8
8	8
8	8
28	28
28	28
12	12
30	30
26	26
6	6
6	6
6	6
11	11
11	11
11	11
11	11
11	11
11	11
11	11
11	11
24	24
24	24
36	36
22	22
22	22
30	30
30	30
13	13
18	18
12	12
16	16
8	8

Analista: Bryan López	Analista: Claudia Ordóñez
LARGO (cm)	LARGO (cm)
30	30
30	30
30	30
30	30
30	30
30	30
30	30
12	12
22	22
6	6
6	6
6	6
13	13
13	13
30	30
30	30
38	38
38	38
20	20
20	20
20	20
20	20
20	20
20	20
20	20
20	20
20	20

Tabla 2.4 Variación del largo promedio por subcategoría [Fuente: Elaboración propia]

Analista: Bryan López	Analista: Claudia Ordóñez	Var Bryan / Claudia
LARGO (cm)	LARGO (cm)	LARGO (cm)
32	32	0%
32	32	0%
39	39	0%
39	39	0%
30	30	0%
24	24	0%
24	24	0%
13	13	0%
8	8	0%
8	8	0%
8	8	0%
8	8	0%
8	8	0%
28	28	0%
28	28	0%
12	12	0%
30	30	0%
26	26	0%
6	6	0%
6	6	0%
6	6	0%
11	11	0%
11	11	0%
11	11	0%
11	11	0%
11	11	0%
11	11	0%
11	11	0%
11	11	0%
24	24	0%
24	24	0%
36	36	0%
22	22	0%
22	22	0%
30	30	0%
30	30	0%
13	13	0%
18	18	0%
12	12	0%
16	16	0%
8	8	0%

Analista: Bryan López	Analista: Claudia Ordóñez	Var Bryan / Claudia
LARGO (cm)	LARGO (cm)	LARGO (cm)
30	30	0%
30	30	0%
30	30	0%
30	30	0%
30	30	0%
30	30	0%
30	30	0%
12	12	0%
22	22	0%
6	6	0%
6	6	0%
6	6	0%
13	13	0%
13	13	0%
30	30	0%
30	30	0%
38	38	0%
38	38	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%
20	20	0%

Como la variación no es mayor al 5%, acorde a la Tabla 2.4, se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos recolectados por los líderes de proyecto son confiables.

2.3 Análisis

En esta fase se procedió a analizar dos opciones de modelos acorde a los datos que se recolectaron en la fase previa.

2.3.1 Opción de Diseño Modelo 1

Para esta opción de diseño se consideró como variable de decisión a Si: que corresponde a una proporción de espacio asignado a un producto i sobre el espacio total disponible, además de una función objetivo que maximizará la utilidad y restricciones como: ocupación de espacio en su totalidad, el espacio que se le asigne al producto sea mayor que el espacio se ocupe como mínimo y la restricción de no negatividad (Corstjens & Doyle, 1981).

Función Objetivo:

$\boldsymbol{Max} \sum_{i=1}^{k} \boldsymbol{W_i} * [\boldsymbol{\alpha_i} * \boldsymbol{S_i^{\beta i}}]$ (2.4) Función de maximización de utilidad

Restricciones:

$\sum_{i=1}^{K} \boldsymbol{S_i} = \mathbf{1}$ (2.5) Espacio ocupado= 100%

$\boldsymbol{S_i^L} \leq \boldsymbol{S_{i,}}$ (2.6) Espacio asignado mayor al espacio mínimo

$\boldsymbol{S_i} \geq \mathbf{0}$ (2.7) No negatividad

Donde:

i: Subcategorías del grupo “Cocina”

Si: Proporción de espacio asignado a i dentro del espacio total disponible en la góndola. Entre 0 y 1.

SiL: Largo del producto i en centímetros.

βi: Elasticidad del espacio del mueble del producto i.

αi: Parámetro de la demanda en unidades de producto i.

Wi: Utilidad unitaria de i en dólares.

2.3.2 Opción de Diseño Modelo 2

Para esta opción de modelo 2 se considera como variable de decisión a xi que corresponde al número de caras frontales, además de restricciones como: centímetros lineales disponibles, espacio frontal, demanda mínima, demanda máxima y no negatividad (Villa & Zachrisson, 2011)

Función Objetivo:

$\boldsymbol{Max} \sum_{i=1}^{K} \boldsymbol{UM_i} * \boldsymbol{x_i}\ ,\ \boldsymbol{i} = \boldsymbol{1, 2, 3, \ldots k}$ (2.8) Función de maximización de utilidad

Restricciones:

$\sum_{i=1}^{k} \boldsymbol{cm_i} * \boldsymbol{x_i} \leq \boldsymbol{cm_t}$ (2.9) Centímetros lineales disponibles

$\boldsymbol{x_i} \geq \boldsymbol{ef_{min}}$ (2.10) Espacio frontal (unidades de producto)

$\boldsymbol{x_i} \geq \boldsymbol{Dmin}$ (2.11) Demanda Mínima (unidades de producto)

$\boldsymbol{x_i} \leq \boldsymbol{Dmax}$ (2.12) Demanda Máxima (unidades de producto)

$\boldsymbol{x_i} \geq \boldsymbol{0}$ (2.13) No Negatividad

Donde:

UMi: Utilidad Marginal.

xi: Número de caras de un producto.

cmi: Espacio en centímetros que el producto ocupa frontalmente.

cmt: Centímetros lineales de la góndola.

efmin: Espacio frontal mínimo (20 cm/ medida lineal del producto inferior a 20 cm).

Dmax: Demanda máxima diaria.

Dmin: Demanda mínima diaria.

2.3.3 Matriz de decisión

La Tabla 2.5 que representa a una matriz de decisión está compuesta por: restricciones de diseño, especificaciones técnicas (resultados del QFD) y otros factores determinados anteriormente en la fase de definición, con la situación actual y las opciones de diseño 1 y 2. Esta matriz de decisión hace una relación de cada factor para saber si cumple o no con la situación actual y opciones de diseño 1 y 2.

Tabla 2.5 Matriz de decisión con: restricciones, especificaciones técnicas, otros factores a considerar, opción de diseño 1 y opción de diseño 2 [Fuente: Elaboración propia]

Criterios	Situación actual	Opción de Diseño 1	Opción de Diseño 2
¿El modelo considera la capacidad de carga de cada mueble? (Restricción)	x	✔	✔
¿El modelo considera las dimensiones del mueble de exhibición y subcategorías? (Restricción)	x	✔	✔
¿El modelo considera el tamaño promedio de los productos por cada grupo? (Restricción)	x	✔	✔
¿El modelo considera los centímetros disponibles en cada mueble del grupo? (Restricción)	x	✔	✔
¿El modelo considera el espacio del mueble ocupado debe ser como máximo del 100%? (Especificación técnica)	x	✔	✔
¿El modelo considera que el espacio del mueble ocupado debe ser al menos del 90 %? (Especificación técnica)	x	✔	✔
¿Está el personal capacitado para el proceso de reposición de tienda? (Especificación técnica)	x	✔	✔
¿El modelo considera el efecto del facing de las subcategorías?	x	✔	x
¿El modelo puede ser replicado a otros grupos?	x	✓	x

2.3.4 Comparación y análisis de factibilidad

En la Tabla 2.6 y Tabla 2.7 se realizan las comparaciones entre los criterios de las opciones de diseño 1 y 2 y su nivel de dificultad, asignándole un puntaje que permitió conocer el grado de complejidad en la obtención de los datos para la opción de diseño dada, donde 5 es extremadamente fácil y 1 extremadamente difícil. Con esta premisa, se concluye que aquél con el puntaje más alto será el modelo más conveniente para la empresa por sus beneficios y practicidad en la obtención de datos.

Tabla 2.6 Matriz de comparación para los criterios de la opción de diseño 1 con los niveles de dificultad [Fuente: Elaboración propia]

Peso	Extremadamente Fácil	Fácil	Medio	Difícil	Extremadamente difícil	Total
Criterios de la opción de diseño 1	5	4	3	2	1	
Factor de elasticidad de la demanda			x			3
Demanda mensual	x					5
Largo promedio de productos por subcategoría			x			3
Utilidad por subcategoría	x					5
Espacio mínimo de ocupación por subcategoría	x					5
Espacio máximo de ocupación por subcategoría			x			3
Es posible replicarlo en otros grupos		x				4
Peso Total						28

Tabla 2.7 Matriz de comparación para los criterios de la opción de diseño 2 con los niveles de dificultad [Fuente: Elaboración propia]

Peso	Extremadamente Fácil	Fácil	Medio	Difícil	Extremadamente difícil	Total
Criterios de la opción de diseño 2	5	4	3	2	1	
Demanda diaria mínima	x					5
Demanda diaria máxima	x					5
Largo promedio de cada producto					x	1
Utilidad por producto	x					5
Espacio mínimo de ocupación por producto					x	1
Espacio máximo de ocupación por producto					x	1
Es posible replicarlo en otros grupos				x		2
Peso Total						20

Según la tabla 2.6 el modelo que corresponde a la opción de diseño 1 es el más factible ya que brinda mayor practicidad de obtención de la data y puede ser replicable a otros grupos y sucursales, es decir, el que tuvo mayor puntaje en la ponderación peso total.

2.3.5 Análisis financiero.

Los datos que se exponen a continuación y que serán de utilidad para realizar el análisis financiero de la opción de diseño 1 fueron proporcionados por la empresa y validados por los líderes de proyecto. A su vez, se extrajo información contable de la Superintendencia de Compañías en los periodos 2019, 2020 y 2021, como se muestra en la Tabla 2.8, a fin de obtener el indicador “rendimiento sobre las ventas” y comparar los respectivos años para conocer el crecimiento orgánico que tiene la organización y contrastarlo con la alternativa de diseño que se propone.

Tabla 2.8 Estado de Pérdidas y Ganancias de la empresa en el período 2019-2021 [Fuente: (Supercias, s.f.)]

Pérdidas & Ganancias	Año 2019	Año 2020	Año 2021
TOTAL INGRESOS	$74.354.994,00	$65.432.053,00	$68.264.355,00
COSTOS	$47.690.596,00	$39.754.762,00	$43.724.797,00
Inventario inicial de bienes no producidos por el sujeto pasivo	$41.952.380,00	$23.701.113,00	$28.370.597,00
Compras netas locales de bienes no producidos por el sujeto pasivo	$5.965.892,00	$7.893.608,00	$9.336.605,00
Importaciones de bienes no producidos por el sujeto pasivo	$38.425.026,00	$34.503.942,00	$37.142.577,00
(-) Inventario final de bienes no producidos por el sujeto pasivo	$-24.072.287,00	$-28.422.141,00	$-30.106.863,00
Inventario inicial de materia prima	$34.843,00	$19.663,00	$17.206,00
Compras netas locales de materia prima	$-	$184.587,00	$3.440,00
Importaciones de materia prima	$6.739,00	$291.849,00	$758.202,00
(-) Inventario final de materia prima	$-19.663,00	$-17.007,00	$-765.459,00
Inventario inicial productos terminados	$-	$-	$7.316,00
(-) Inventario final de productos terminados	$-	$-	$-9.828,00
(+ / -) Ajustes	$-16.306.210,00	$117.469,00	$-1.661.384,00
Sueldos, salarios y demás remuneraciones que constituyen materia gravada del IESS	$413.901,00	$378.956,00	$ 42.099,00
Beneficios sociales, indemnizaciones y otras remuneraciones que no constituyen materia gravada del IESS	$73.463,00	$143.798,00	$7.245,00
Aporte a la seguridad social (incluye fondo de reserva)	$74.341,00	$-	$8.372,00
Honorarios profesionales y dietas	$64.960,00	$39.062,00	$-
Desahucio	$592,00	$	$ -
Otros	$38.279,00	$45.962,00	$-
Costo histórico de propiedades/No acelerada	$192.260,00	$196.984,00	$3.957,00
Inventario (deterioros)	$-	$269.600,00	$ -
Consumo de combustibles y lubricantes	$589,00	$-	$-
Suministros	$81.941,00	$59.854,00	$-
Costo de activos financieros	$412.126,00	$-	$-
Impuestos y contribuciones	$2.545,00	$-	$-
Mantenimiento y reparaciones	$146.353,00	$34.539,00	$365,00
Servicios públicos	$75.123,00	$57.960,00	$2.673,00
Otros	$127.403,00	$254.964,00	$567.677,00
INGRESOS-COSTOS	$26.664.398,00	$25.677.291,00	$24.539.558,00
GASTOS	$26.664.398,00	$25.677.291,00	$19.627.037,00
Sueldos, salarios y demás remuneraciones que constituyen materia gravada del IESS	$413.901,00	$378.956,00	$42.099,00
Beneficios sociales, indemnizaciones y otras remuneraciones que no constituyen materia gravada del IESS	$73.463,00	$143.798,00	$7.245,00
Aporte a la seguridad social (incluye fondo de reserva)	$74.341,00	$-	$ 8.372,00
Otros gastos	$26.102.693,00	$25.154.537,00	$ 19.569.321,00
UTILIDAD DEL EJERCICIO	$5.129.799,00	$5.221.105,00	$4.912.521,00

En la etapa de recolección de datos se obtuvo por medio de los diagramas de Pareto la siguiente información relevante:

- Hogar representa el 46,88% de los ingresos de la empresa y 49,5% de su utilidad.
- Cocina representa el 31,89% de los ingresos en Hogar y el 31,96% de su utilidad.

Con estos datos se obtuvo el rendimiento sobre las ventas en la unidad de negocio “Cocina”, tal como se muestra en la Tabla 2.9

Tabla 2.9 Ingresos y utilidad de “Cocina” [Fuente: Elaboración propia]

TOTAL INGRESOS HOGAR 46,88%	$34.857.621,19	$30.674.546,45	$32.002.329,62
TOTAL INGRESOS COCINA 31,89%	$10.805.862,57	$9.509.109,40	$9.920.722,18
UTILIDAD HOGAR 49,5%	$2.539.250,51	$2.584.446,98	$2.431.697,90
UTILIDAD COCINA 31,96%	$787.167,66	$801.178,56	$753.826,35
RENDIMIENTO SOBRE LAS VENTAS COCINA	7,28%	8,43%	7,60%

En promedio el rendimiento sobre las ventas de “Cocina” varía por año en promedio +-1%

2.3.6 Prueba del modelo en una góndola de cocina.

Para probar que el modelo es capaz de brindar un beneficio mayor al que actualmente se tiene, se probó el modelo en una de las góndolas del área de cocina, obteniendo lo siguiente:

Tabla 2.10 Datos del modelo y utilidad actual de la góndola [Fuente: Elaboración propia]

Subcategoría	Largo (cm)	Largo Góndola (cm)	Min (%)	βi (%)	Si (%)	Utilidad (US$)	Demanda anual (unidades de producto)	Demanda mes (unidades de producto)	Cantidad Vendida desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 (unidades de producto)	Venta por mes (unidades de producto)	Utilidad desde Mayo-2021 hasta Mayo-2022 (US$)
Refractarias piezas sueltas	39	1904	2%	1%	25%	$4,32	240	20	225	18	$933,37
Moldes de cake	30	1904	2%	2%	27%	$3,12	336	28	309	25	$936,00
Moldes en set	32	1904	2%	3%	17%	$5,67	129	10	109	9	$612,36
Moldes de galletas y cupcakes	30	1904	2%	2%	3%	$1,88	124	10	124	10	$225,60
Bandejas para horno	32	1904	2%	3%	17%	$7,86	64	5	64	5	$471,81
Moldes desechables	32	1904	2%	2%	7%	$0,77	260	21	260	21	$193,76
Set de refractarios	39	1904	2%	3%	4%	$6,06	21	1	20	1	$72,67
TOTAL											$3.445,58

Como se muestra en la Tabla 2.10, en la actualidad dicha góndola provee a la empresa una utilidad de $3445,58 anuales.

La función objetivo dio como resultado una utilidad de $3735,90. Este modelo fue resuelto utilizando la herramienta Solver de Microsoft Excel, como se aprecia en la Figura 2.9, logrando un incremento de 8,43%. Mediante la ecuación 2.14 se determina que el modelo supera la tasa de crecimiento orgánica de la utilidad de cocina en los años analizados.

$$\boldsymbol{Incremento} = \left[\left(\frac{\boldsymbol{Utilidad\ obtenida\ por\ solver}}{\boldsymbol{Utilidad\ de\ la\ góndola\ que\ provee\ a\ la\ empresa}}\right) - \mathbf{1}\right] * \mathbf{100} \qquad (2.14)$$

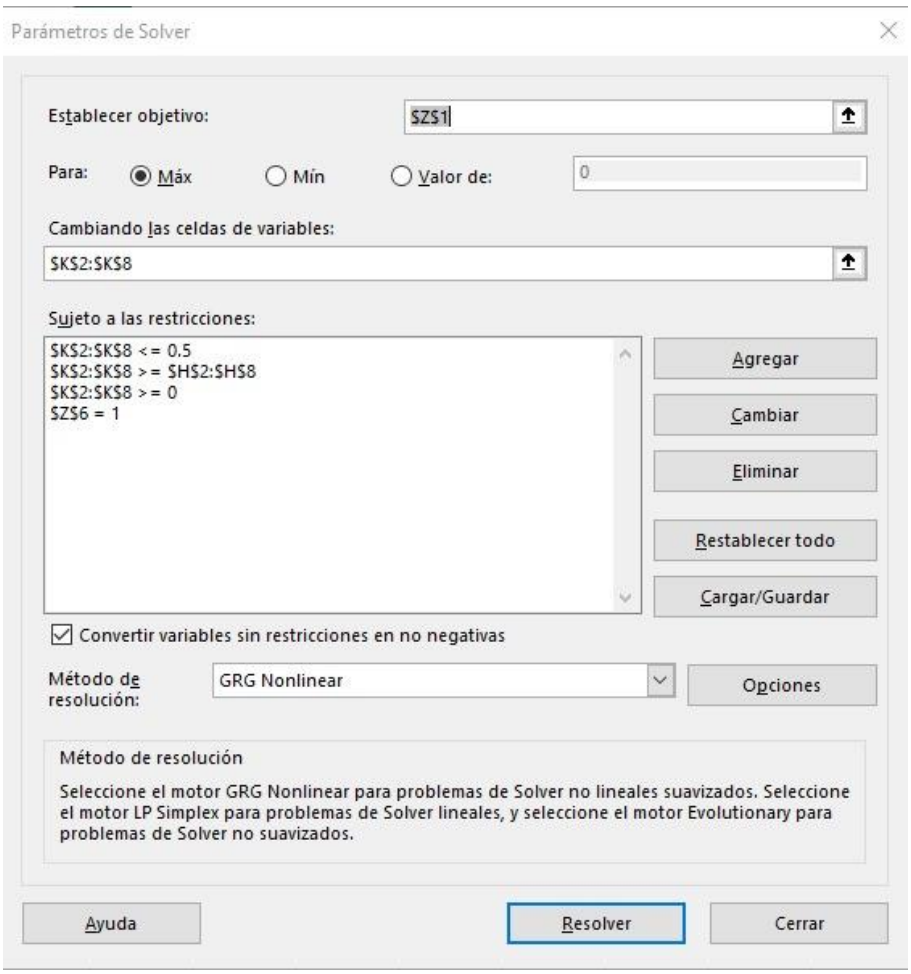


Figura 2.9 Modelo en Solver de Excel para el grupo "Cocina" [Fuente: Elaboración propia]

2.3.7 Análisis de costos de implementación de la opción de diseño 1.

2.3.7.1 Costo por hora de capacitación.

Analista:

Sueldo estimado = $700 /mes

Horas laborables: 160h /mes

Horas de capacitación planificadas: 3h /mes

Costo x Hora de trabajo = $700 / 160h = $4,38

Costo x Hora de Capacitación: $4,38 x 3h = $13,14 /mes.

Mercaderista:

Sueldo estimado = $500 /mes

Horas laborables: 160h /mes

Horas de capacitación planificadas: 3h /mes

Costo x Hora de trabajo = $500 / 160h = $3,13

Costo x Hora de Capacitación: $3,13 x 3h = $9,38 /mes.

2.3.7.2 Resumen de costos de implementación.

Considerando que el resto de los costos permanecen constantes, se eligió la herramienta informática necesaria para la implementación del modelo, basado en el costo más rentable para la empresa, como se muestran en la Tabla 2.11 y Tabla 2.12.

Tabla 2.11 Resumen de costos de implementación con GAMS [Fuente: Elaboración propia]

Opción 2	Herramienta/actividad	Costo/mes
Software	Licencia de GAMS	$266,67
Analista de Procesos	Capacitación interna al mercaderista	$13,14
Mercaderista de tienda	Capacitación interna al mercaderista	$9,38
Analista de Procesos	Ejecución del modelo	$8,76
Pasante	Recolección de datos	$142
Total		$439,95

Tabla 2.12 Resumen de costos de implementación con Office [Fuente: Elaboración propia]

Opción 2	Herramienta/actividad	Costo/mes
Software	Licencia de GAMS	$22,00
Analista de Procesos	Capacitación interna al mercaderista	$13,14
Mercaderista de tienda	Capacitación interna al mercaderista	$9,38
Analista de Procesos	Ejecución del modelo	$8,76
Pasante	Recolección de datos	$142
Total		$195,28

La alternativa con una licencia de Office Premium Empresarial ofrece a la empresa una alternativa más económica, por lo cual es la herramienta informática que se empleará en el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Diseño

3.1.1 Análisis de sensibilidad

La propuesta seleccionada se sometió a un análisis de sensibilidad para validar la afectación de la función objetivo cuando existe variación en los parámetros, para lo cual se procedió a analizar a los tamaños de los productos cuando experimentan una variación de (+/-) (25%).

El primer análisis de la prueba piloto 1 se desarrolló con los datos de la Tabla 3.1, se aumentó en 25% el tamaño de los productos y se obtuvo una utilidad anual equivalente a $2993.64, la cual es comparada contra la utilidad mensual promedio de la góndola en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022, igual a $2816.89.

Luego de esto, se realizó el mismo análisis utilizando los datos de la Tabla 3.2, disminuyendo en 25% el tamaño de los productos y se obtuvo una utilidad anual equivalente a $2993.64. Se puede notar que el valor de la utilidad no varía conforme varía el tamaño de los productos, por lo cual es posible decir que el modelo no es sensible a este cambio.

El primer análisis para prueba piloto 2 se desarrolló con los datos de la tabla 3.3, se aumentó en 25% el tamaño de los productos y se obtuvo una utilidad anual equivalente a $1807.44, la cual es comparada contra la utilidad mensual promedio de la góndola en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022, igual a $1671.

Luego de esto, se realizó el mismo análisis utilizando los datos de la tabla 3.4, disminuyendo en 25% el tamaño de los productos y se obtuvo una utilidad anual equivalente a $1807.44. Se puede notar que el valor de la utilidad no varía conforme varía el tamaño de los productos, por lo cual es posible decir que el modelo no es sensible a este cambio.

Tabla 3.1 Variación de los tamaños de los productos en +25% para la prueba piloto 1 [Fuente: Elaboración propia]

Sub.	Largo Producto (cm)	Largo Góndola (cm)	Min (%)	βi (%)	Siˆ βi (%)	Si (%)	Si (cm)	Caras (unidades de producto)	Utilidad unitaria (US$)	Demanda (Unidades de producto)	Demanda mes (Unidades de producto)	Utilidad Mes (US$)	Venta mes (Unidades de producto)	Utilidad Real Venta mes (US$)	Ocupación máxima (%)
Cantinas	27	485	4.98 %	0.5%	99%	34%	166	7	$8.56	171	15	$128.34	14	$119.78	50%
Hervidores de leche	20	485	3.79 %	2.0%	99%	50%	243	13	$6.17	117	10	$61.71	9	$55.54	50%
Ollas aluminio piezas sueltas	25	485	4.74 %	0.5%	99%	6%	27	1	$10.50	23	2	$21.00	2	$21.00	50%
Ollas teflón piezas sueltas	44	485	7.22 %	0.5%	99%	10%	50	1	$19.21	23	2	$38.42	2	$38.42	50%

Tabla 3.2 Variación de los tamaños de los productos en -25% para la prueba piloto 1 [Fuente: Elaboración propia]

Sub.	Largo Producto (cm)	Largo Góndola (cm)	Min (%)	βi (%)	Siˆβi (%)	Si (%)	Si (cm)	Caras (unidades de producto)	Utilidad unitaria (US$)	Demanda (Unidades de producto)	Demanda mes (Unidades de producto)	Utilidad Mes (US$)	Venta mes (Unidades de producto)	Utilidad Real Venta mes (US$)	Ocupación máxima (%)
Cantinas	16	485	3.68%	0.5%	99%	34%	166	7	$8.56	171	15	$128.34	14	$119.78	50%
Hervidores de leche	12	485	2.80%	2.0%	99%	50%	243	18	$6.17	117	10	$61.71	9	$55.54	50%
Ollas aluminio piezas sueltas	15	485	3.51%	0.5%	99%	6%	27	1	$10.50	23	2	$21.00	2	$21.00	50%
Ollas teflón piezas sueltas	27	485	7.22%	0.5%	99%	10%	50	1	$19.21	23	2	$38.42	2	$38.42	50%

Tabla 3.3 Variación de los tamaños de los productos en +25% para la prueba piloto 2 [Fuente: Elaboración propia]

Sub.	Largo (cm)	Largo Góndola (cm)	Min (%)	βi (%)	Siˆ βi (%)	Si (%)	Si (cm)	Caras (unidades de producto)	Utilidad unitaria (US$)	Demanda (Unidades de producto)	Demanda mes (Unidades de producto)	Utilidad Mes (US$)	Venta mes (Unidades de producto)	Utilidad Real Venta mes (US$)
Balanza digital	33	476	5.46%	0.5%	100%	50%	238	9	$11.37	137	12	$136.44	11	$125.07
Balanza manual	20	476	3.36%	1.0%	99%	50%	238	15	$4.72	36	3	$14.17	3	$14.17

Tabla 3.4 Variación de los tamaños de los productos en -25% para la prueba piloto 2 [Fuente: Elaboración propia]

Sub.	Largo (cm)	Largo Góndola (cm)	Min (%)	βi (%)	Siˆ βi (%)	Si (%)	Si (cm)	Caras (unidades de producto)	Utilidad unitaria (US$)	Demanda (Unidades de producto)	Demanda mes (Unidades de producto)	Utilidad Mes (US$)	Venta mes (Unidades de producto)	Utilidad Real Venta mes (US$)
Balanza digital	20	476	5.46%	0.5%	100%	50%	238	9	$11.37	137	12	$136.44	11	$125.07
Balanza manual	12	476	3.36%	1.0%	99%	50%	238	15	$4.72	36	3	$14.17	3	$14.17

Tabla 3.5 Resultados de las variaciones en los tamaños de los productos para la prueba piloto 1 en un (+/- 25%) [Fuente: Elaboración propia]

Utilidad anual (US$)	Utilidad mensual (US$)	Tasa de incremento (%)
$2,993.64	$249.47	0.90%

Tabla 3.6 Resultados de las variaciones en los tamaños de los productos para la prueba piloto 2 en un (+/- 25%) [Fuente: Elaboración propia]

Utilidad anual (US$)	Utilidad mensual (US$)	Tasa de incremento (%)
$1,721.24	$143.44	3.01%

Como se muestran en la Tabla 3.5 y Tabla 3.6 la tasa de incremento se mantiene con respecto a las pruebas piloto realizadas sin realizar variaciones por lo tanto el modelo no es sensible a estos cambios y también se lo puede comprobar en la función objetivo de maximización de utilidad.

3.1.2 Plan de implementación de prototipo

El plan de implementación de prototipo hace referencia a las diferentes fases de validación del proyecto, las cuales se detallan en la tabla 3.7.

Cabe recalcar que parte de la implementación de prototipo se evidencian:

- En el Apéndice E, en donde se muestran los pasos para la ejecución del modelo en la interfaz de diseño.
- En el Apéndice F, en donde se presentan: las inducciones realizadas al personal operativo en el piso de venta, inducciones realizadas al personal administrativo mediante reunión por Microsoft Teams y la sociabilización del manual de operación propuesto.
- En el Apéndice G, en donde se aprecia la reunión virtual con el Gerente de Operaciones de la tienda para la validación final del modelo.

Tabla 3.7 Plan de prototipado [Fuente: Elaboración propia]

Etapas de validación	Herramientas	Responsable	Duración	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Estado
Desarrollo del diseño						
Análisis de factibilidad de las opciones de diseño de modelo	Excel	Líderes de proyecto	2 días	1/8/22	3/8/22	Completado
Ejecución de las opciones de diseño de modelo	Excel	Líderes de proyecto	2 días	4/8/22	6/8/22	Completado
Selección de la opción de diseño más adecuada según las especificaciones técnicas de diseño y restricciones	Excel	Líderes de proyecto	3 días	7/8/22	10/8/22	Completado
Análisis de sensibilidad del diseño del modelo escogido	Reunión y Excel	Líderes de proyecto	1 día	11/8/22	12/8/22	Completado
Validación del modelo por el gerente de operaciones	Excel y reunión por Microsoft Teams	Gerente de operaciones	2 horas	17/8/22	17/8/22	Completado
Implementación del diseño						
Dar una inducción al personal administrativo sobre el uso del diseño de modelo propuesto	Excel y piso de venta	Líderes de proyecto	4 días	22/8/22	26/8/22	Completado
Probar uso del modelo	Excel	Líderes de proyecto y personal administrativo	2 días	27/8/22	29/8/22	Completado
Presentar resultados del proyecto	Excel y Zoom	Líderes de proyecto y gerente de operaciones	1 hora	7/9/22	7/9/22	Completado
Plan de control						
Desarrollo y socialización del manual operativo	Excel, Word y piso de venta	Líderes de proyecto	8 días	2/9/22	9/9/22	Completado

3.2 Prototipo

En esta última fase se realizó la implementación en campo mediante pruebas dos góndolas de la tienda, las cuales en un inicio tenían asignadas cantidades aleatorias de producto.

La Figura 3.1 y Figura 3.2 muestran el antes y después de la implementación del modelo de optimización en la góndola 1. Como se puede observar, el modelo no solo ofrece una cantidad de producto que aumentará la utilidad, sino que también dará soporte en el proceso de reposición de las góndolas desde el ámbito estético, puesto que mejora notablemente la visibilidad del catálogo.

Figura 3.1 Antes de probar el modelo para las subcategorías: "Cantinas", "Hervidores de leche", "Ollas de aluminio piezas sueltas" y "Ollas teflón piezas sueltas" [Fuente: Elaboración propia]

Figura 3.2 Después de probar el modelo para las subcategorías: “Cantinas”, “Hervidores de leche”, “Ollas de aluminio piezas sueltas” y “Ollas teflón piezas sueltas” [Fuente: Elaboración propia]

La Figura 3.3 y Figura 3.4 muestran el antes y después de la implementación del modelo de optimización en la góndola 2. Como se puede observar, el modelo no solo ofrece una cantidad de producto que aumentará la utilidad, sino que también dará soporte en el proceso de reposición de las góndolas desde el ámbito estético, puesto que mejora notablemente la visibilidad del catálogo.

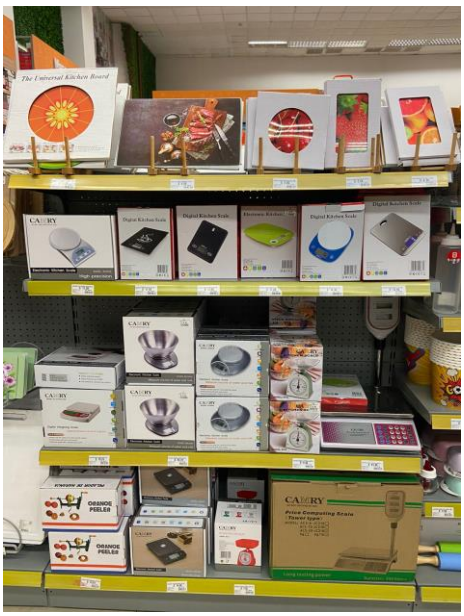


Figura 3.3 Antes de probar el modelo para las subcategorías: “Balanza digital” y “Balanza manual” [Fuente: Elaboración propia]

Figura 3.4 Después de probar el modelo para las subcategorías: “Balanza digital” y “Balanza manual” [Fuente: Elaboración propia]

3.2.1 Resultados del prototipado

En la Figura 3.5 y la Tabla 3.8 se observa la mejora en la utilidad luego de que el modelo fuera implementado en la góndola 1 contra el valor real de utilidad registrado por la empresa en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022

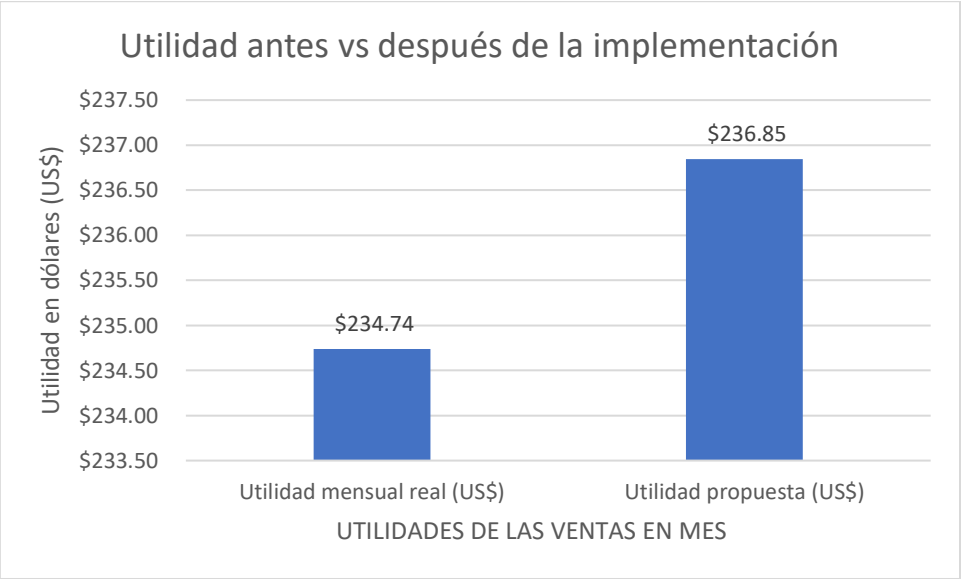


Figura 3.5 Comparación del antes y después del margen de utilidad para las subcategorías: "Cantinas", "Hervidores de leche", "Ollas de aluminio piezas sueltas" y "Ollas teflón piezas sueltas" [Fuente: Elaboración propia]

Tabla 3.8 Porcentaje y unidades de productos en góndola para las subcategorías: "cantinas", "hervidores de leche", "ollas de aluminio en piezas sueltas" y "ollas de teflón en piezas sueltas" [Fuente: Elaboración propia]

Subcategoría	Porcentaje de ocupación en la góndola (%)	Unidades de producto a colocar en la góndola
Cantinas	34%	8
Hervidores de leche	50%	15
Ollas de aluminio en piezas sueltas	6%	1
Ollas de teflón en piezas sueltas	10%	1

En la Figura 3.6 y la Tabla 3.9 se observa la mejora en la utilidad luego de que el modelo fuera implementado en la góndola 2 contra el valor real de utilidad registrado por la empresa en el periodo de mayo 2021 a mayo 2022.

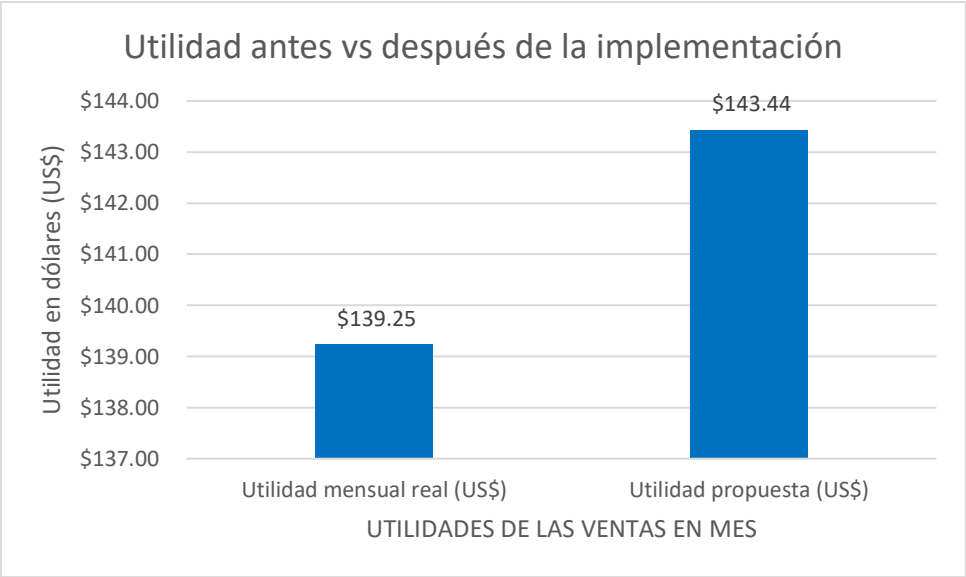


Figura 3.6 Comparación del antes y después del margen de utilidad para las subcategorías: "Balanza digital" y "Balanza manual" [Fuente: Elaboración propia]

Tabla 3.9 Porcentaje y unidades de productos en góndola para las subcategorías: "balanza digital" y "balanza manual" [Fuente: Elaboración propia]

Subcategoría	Porcentaje de ocupación en la góndola (%)	Unidades de producto a colocar en la góndola
Balanza digital	50%	11
Balanza manual	50%	19

3.3 Resultados de los pilares de sostenibilidad

3.3.1 Pilar económico

Con la implementación del modelo en el resto de las sucursales, la empresa tendrá grandes beneficios en lo que respecta a sus utilidades en las góndolas acorde al catálogo de productos que dispongan ya que podrán comparar con los datos históricos de la utilidad total de las ventas reales de los productos que ubiquen y

así tendrán una tasa de crecimiento, se ejemplificó este pilar a partir de las siguientes dos pruebas, mediante la ecuación 3.1 y ecuación 3.2

$$\%\ \boldsymbol{tasa\ de\ crecimiento} = \left(\frac{\$234.74}{\$236.85} - 1\right) * 100 \qquad (3.1)$$

Para el uso de la ecuación 3.1 se utilizaron los valores mostrados en la figura 3.5 para la góndola 1.

En donde:

- $234.74 significa la utilidad total real de la venta para los productos de la góndola 1
- $236.85 representa la utilidad obtenida por medio de la función objetivo del modelo.

Calculando la ecuación 3.1 se obtiene como resultado 0.90%

$$\%\ \boldsymbol{tasa\ de\ crecimiento} = \left(\frac{\$139.25}{\$143.44} - 1\right) * 100 \qquad (3.2)$$

Para el empleo de la ecuación 3.2 se utilizaron los valores mostrados en la figura 3.6 para la góndola 2.

En donde:

- $139.25 significa la utilidad total real de la venta para los productos de la góndola 2.
- $143.44 representa la utilidad obtenida por medio de la función objetivo del modelo.

Calculando la ecuación 3.2 se obtiene como resultado 3.01%

3.3.2 Pilar social

Para poder evidenciar la capacitación al equipo de trabajo, los líderes del proyecto han realizado la socialización del modelo a través del manual y presentaciones previas al equipo de trabajo administrativo de la empresa en el proceso de asignación del modelo para lo cual se realizó la medición de la cantidad de personas capacitadas a partir la ecuación 3.3

$$\%\ \boldsymbol{de\ colaboradores\ capacitados\ en\ el\ equipo\ de\ trabajo} = \left(\frac{6}{6}\right) * 100 \qquad (3.3)$$

En donde:

- 6 representa a la cantidad de personas que componen el equipo de trabajo del proyecto en la empresa, es decir: Gerente de operaciones, Supervisor de sucursal, Administradora de tienda, jefa regional de tienda, analista de procesos y jefa de proyectos.

Calculando la ecuación 3.3 se obtiene como resultado 100%.

3.3.3 Pilar ambiental

La implementación del modelo está considerando productos activos que actualmente están a la venta dentro de las góndolas, para lo cual se realizó la medición de este indicador por medio del cálculo para dos góndolas según la ecuación 3.4 y ecuación 3.5

$$\%\,\boldsymbol{porcentaje\ de\ producto\ obsoleto} = \left(\frac{\mathbf{0}}{\mathbf{8+15+1+1}}\right) * \mathbf{100} \qquad (3.4)$$

Para el insertado de valores en la ecuación 3.4 se utilizaron los datos de la tabla 3.8 específicamente de la columna “unidades de productos a colocar en la góndola”.

En donde:

- 0 representa la cantidad de productos que pasan a liquidación
- 8 representa la cantidad de cantinas a colocar.
- 15 representa la cantidad de hervidores de leche a colocar
- 1 es la cantidad de olla de aluminio en pieza suelta a ubicar
- 1 es la cantidad de olla de pieza suelta en teflón a ubicar.

Calculando la ecuación 3.4 se obtiene como resultado 0%

$$\%\,\boldsymbol{porcentaje\ de\ producto\ obsoleto} = \left(\frac{\mathbf{0}}{\mathbf{11+19}}\right) * \mathbf{100} \qquad (3.5)$$

Para el insertado de valores en la ecuación 3.5 se utilizaron los datos de la tabla 3.9 específicamente de la columna “unidades de productos a colocar en la góndola”.

En donde:

- 0 representa la cantidad de productos que pasan a liquidación
- 11 representa la cantidad de balanzas digitales a colocar.

- 19 representa la cantidad de balanzas manuales a colocar

Calculando la ecuación 3.5 se obtiene como resultado 0%.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El modelo de optimización propuesto es una alternativa para determinar la asignación de productos que incremente la rentabilidad de las góndolas, al asignar la cantidad apropiada de acuerdo con sus dimensiones, demanda y utilidad unitaria.
- La solución asegura que la ocupación de las góndolas en el piso de venta sea del 100% y no menor al 90%, ya que esta especificación de diseño ha sido incluida en las restricciones del modelo matemático.
- El modelo es replicable a otros grupos de negocio en la sucursal tomando mediciones de los nuevos productos y góndolas en las que se desee ejecutarlo.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa adquirir un software que permita recolectar de forma automática la elasticidad del espacio de la demanda, para simplificar el proceso de réplica a las otras líneas que conforman la unidad de negocio y posteriormente al resto de sucursales, esto debido a la alta variedad de productos y variación de proveedores que existe en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

Cantu, R. (1996). *Programación No Lineal.* Nuevo Leon.

Corstjens, M., & Doyle, P. (1981). *A model for optimizing space retail allocations.* (Vol. 27). England: Management Science.

Slaper, T. F. (2011). The triple bottom line: What is it and how does it work. *Indiana business review.*, 4-8.

Supercias. (s.f.). *Superintendencia de compañías y seguros*. https://www.supercias.gob.ec/portalscvs/index.htm

Takaoka, T. (Julio de 2010). Metodología para la asignación de espacio óptimo en góndolas. Santiago, Chile.

Villa, D., & Zachrisson, R. (2011). *Desarrollo de un modelo de programación lineal para la elaboración de planogramas en el puesto de ventas de Zamorano.* Zamorano.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Acta de reunión como evidencia de validación de SIPOC en piso de venta

ACTA	2	TEMA	ACTA DE REUNION	D	M	A
				25	05	2022

LUGAR:	[redacted]
HORA:	11:00 am
OBJETIVO	Validación del SIPOC en Piso de Venta.

PARTICIPANTES

No.	Nombres y Apellidos	Cargo	Teléfono
[redacted]			
2	Brigan Lopez	Estudiante de Espol	0999660392
3	Claudia Ordóñez	Estudiante de Espol	0991233362

ORDEN DEL DÍA

No.	Tema a tratar
1	Validación del proceso para la elaboración del SIPOC y recorrido en piso de venta.

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

La reunión comenzó a las 11:00 am junto a la [redacted] Se realizó un recorrido en donde se ilustró el proceso de reposición de perchas por unidad de negocio y se validó el diagrama SIPOC propuesto.

ACUERDOS / COMPROMISOS

Tarea	Responsable	Fecha
Corregir diagrama SIPOC	Brigan Lopez, Claudia Ordóñez.	31/05/2022

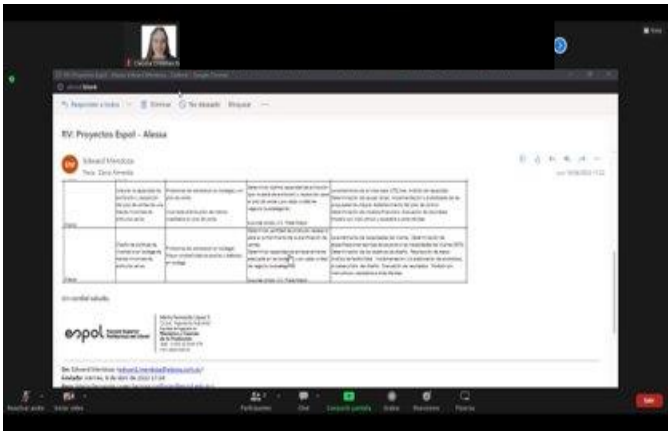
PRÓXIMA REUNIÓN		
Fecha	Hora	Lugar
31/05/2022	3:00 PM	Reunion de zoom

Se dio por terminada esta actividad, habiéndose desarrollado los temas contenidos en esta acta y comprometiéndose las partes a cumplir con los compromisos adquiridos en la misma.

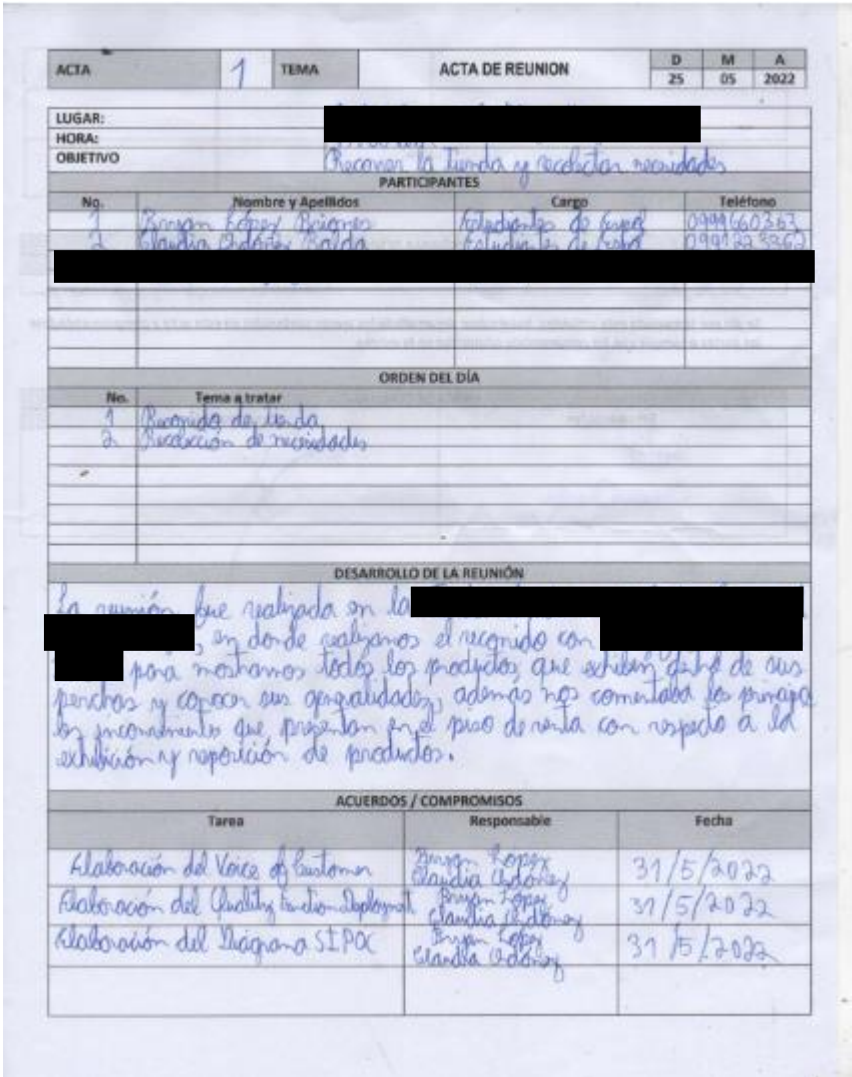
FIRMA DE CONSTANCIA	
Estudiante/es	Beneficiario/os
Claudia Cardenas	[redacted]

APÉNDICE B

Reunión virtual para recolección de necesidades del equipo de trabajo



Actas de reunión como evidencia de recolección de necesidades en piso de venta



ACTA	1	TEMA	ACTA DE REUNION	D	M	A
				25	05	2022

LUGAR: [redacted]
HORA:
OBJETIVO: Recorrer la tienda y recabar necesidades

PARTICIPANTES

No.	Nombre y Apellidos	Cargo	Teléfono
1	Brayan López Briones	Estudiantes de Espol	0999660363
2	Claudia Ordóñez Roldán	Estudiante de Espol	0991823363

[redacted]

ORDEN DEL DÍA

No.	Tema a tratar
1	Recorrido de tienda
2	Recolección de necesidades

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

La reunión fue realizada en la [redacted], en donde realizamos el recorrido con [redacted] para mostrarnos todos los productos que exhiben dentro de sus perchas y conocer sus características, además nos comentaron los principales inconvenientes que presentan en el piso de venta con respecto a la exhibición y reposición de productos.

ACUERDOS / COMPROMISOS

Tarea	Responsable	Fecha
Elaboración del Voice of Customer	Brayan López, Claudia Ordóñez	31/5/2022
Elaboración del Quality Function Deployment	Brayan López, Claudia Ordóñez	31/5/2022
Elaboración del Diagrama SIPOC	Brayan López, Claudia Ordóñez	31/5/2022

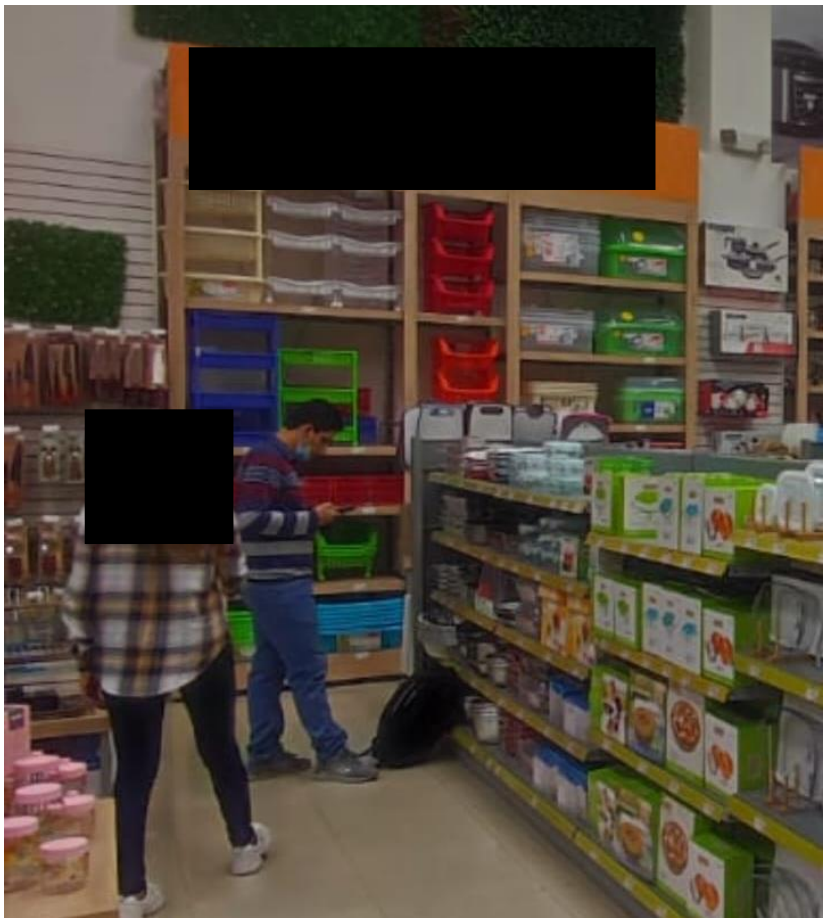
PRÓXIMA REUNIÓN		
Fecha	Hora	Lugar [redacted]
31/5/2022	11:00	

Se dio por terminada esta actividad, habiéndose desarrollado los temas contenidos en esta acta y comprometiéndose las partes a cumplir con los compromisos adquiridos en la misma.

FIRMA DE CONSTANCIA	
Estudiante/es	Beneficiario/os
[illegible]	[redacted]
Claudia Cuadros	

APÉNDICE C

Visita a la tienda para la etapa de recolección de datos



APÉNDICE D

Extracto de base de datos proporcionada por la empresa

UnidadN	UnidadNego	GRUPOID	GRUPO	SUBGRU	SUBGRUPO	CATEGOI	CATEGORIA	SUBCATE	SUBCATEGORIA
0000000009	ÚTILES	0070004103	ESCOLAR, ARTE Y DISEÑO	0070004202	ESCRITURA	0070004243	MARCADORES Y ROTULADORES	0000004749	MARCADORES PUNTA PINCEL
0000000003	ELECTRO	0070000675	MÁQUINAS DE COSER	0070000676	MÁQUINAS DE COSER DOMÉSTICAS	0070000681	MECANICA	0070000683	AFICIÓN >10 Y <25 TIPOS DE PUNTA
0000000004	HOGAR	0070001209	DECORACION	0070001244	FLORES Y FOLLAJE	0070001245	FLORES	0070001246	FLORES DECORATIVAS
0000000003	ELECTRO	0070000530	ELECTROHOGAR	0070000585	ELECTROMENOR	0070000647	PLANCHAS	0070000650	PLANCHAS SECA
0000000029	POS MATRIZ	0080000063	INFANTIL Y DEPORTES_POS	0080000078	FIESTAS Y PIÑATERÍA_POS	0080000079	ACCESORIOS DE FIESTAS_POS	0080000081	PIÑATERÍA_POS
0000000004	HOGAR	0070001465	NAVIDAD	0070001482	DECORACION HOGAR NAVIDAD	0070001491	DECORACION DE SALA NAVIDAD	0070001499	FIGURAS NAVIDEÑAS DE CERAMICA,
0000000004	HOGAR	0070001465	NAVIDAD	0070001482	DECORACION HOGAR NAVIDAD	0070001515	SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS NAVIDAD	0070001517	BOWLS Y PORTA PIQUEOS NAVIDAD
0000000005	INFANTIL	0070002032	JUGUETES	0070002109	JUEGOS DE MESA Y MANUALIDADES	0070002113	JUEGOS DE MESA	0070002116	DADOS
0000000004	HOGAR	0070001545	SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS	0070001557	CUBIERTOS	0070001558	CUBIERTOS JUEGOS	0070001562	SET DE CUBIERTOS 24 PZ
0000000004	HOGAR	0070001545	SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS	0070001570	FUENTES Y PORTA PIQUEOS	0070001571	BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	0070001572	BANDEJAS PARA SERVIR
0000000005	INFANTIL	0070001881	FIESTAS Y PIÑATERÍA	0070001941	GLOBOS	0070001966	GLOBOS R-12	0070001969	FASHION-R-12
0000000004	HOGAR	0070001545	SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS	0070001648	VAJIILLAS	0070001649	JUEGOS DE VAJILLAS	0070001650	SET CEVICHERAS O BOWLS
0000000004	HOGAR	0070001545	SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS	0070001557	CUBIERTOS	0070001558	CUBIERTOS JUEGOS	0070001562	SET DE CUBIERTOS 24 PZ
0000000009	ÚTILES	0070004048	ACCESORIOS ESCOLARES	0070004090	TOMA TODOS Y VASOS PLÁSTICOS	0070004095	TOMA TODOS-NIÑAS	0070004097	PLÁSTICOS-NIÑAS
0000000028	MISCELANEOS	0070002476	CUIDADO PERSONAL	0070002692	DESODORANTES	0070002693	DESODORANTES CON FRAGANCIAS	0070002695	DEOS. FRAG. MUJER
0000000004	HOGAR	0070000963	ALMACENAJE Y ORGANIZACIÓN	0070000964	ALMACENAMIENTO ALIMENTOS Y BEBIDAS	0070000968	ORGANIZADORES DE DESPENSA	0070000972	REPOSTEROS PLÁSTICOS
0000000009	ÚTILES	0070004103	ESCOLAR, ARTE Y DISEÑO	0070004296	MANUALIDADES	0070004297	FOMIX	0070004298	FIGURAS Y STICKERS
0000000005	INFANTIL	0070002032	JUGUETES	0070002257	VEHÍCULOS Y PISTAS DE CARRERA	0070002271	VEHÍCULOS PILA	0070002277	TREN A PILAS
0000000004	HOGAR	0070001317	HOGAR INFANTIL	0070001318	ALMACENAJE Y ORGANIZACIÓN KIDS	0070001319	CAJAS Y CAJONERAS KIDS	0070001321	CAJONERAS KIDS
0000000004	HOGAR	0070000963	ALMACENAJE Y ORGANIZACIÓN	0070000979	ARTICULOS DE LIMPIEZA	0070000990	BALDES	0070000992	BALDES SENCILLOS

APÉNDICE E

Interfaz del modelo de asignación previo al ingreso de datos

BIENVENIDO/A

INICIAR REINICIAR

Margen total $ -

Subcategoría	Largo Producto	Largo Góndola	Min. Porcentaje	Ee	Si^Ee	Si	Si (cn	Caras	Margen	Demanda	Max. Porcentaje	FO
							0					
							0					
							0					
							0					
							0					
							0					
							0					
Total						0,000	0					$ -

Interfaz del modelo con asignación de datos

BIENVENIDO/A

INICIAR REINICIAR

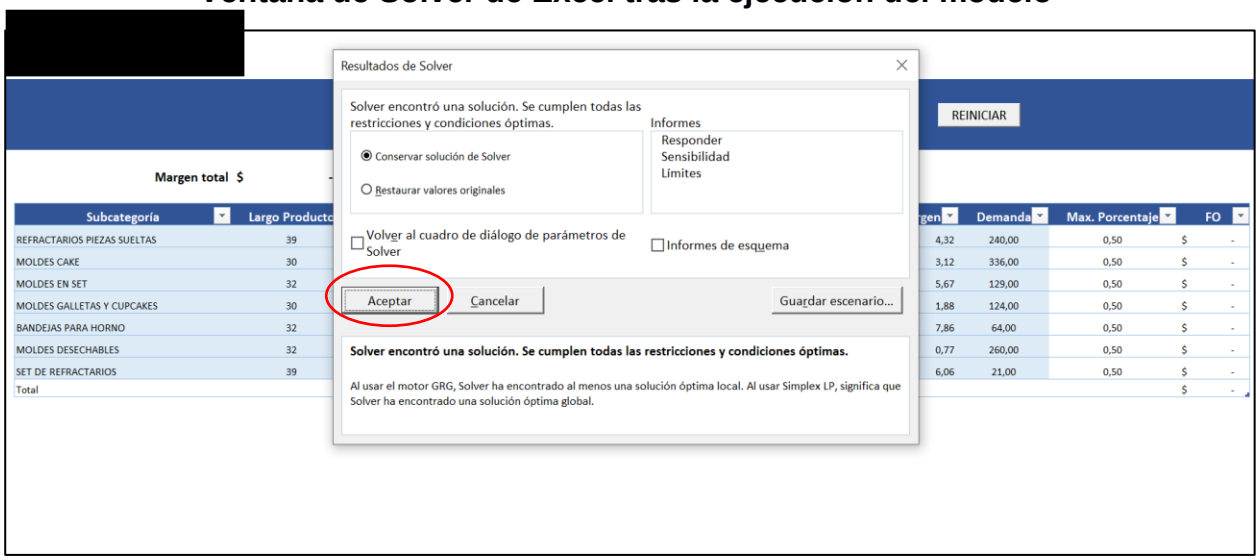
Margen total $ -

Subcategoría	Largo Producto	Largo Góndola	Min. Porcentaje	Ee	Si^Ee	Si	Si (cn	Caras	Margen	Demanda	Max. Porcentaje	FO
REFRACTARIOS PIEZAS SUELTAS	39	1904	0,0205	0,01	0		0	0	$ 4,32	240,00	0,50	$ -
MOLDES CAKE	30	1904	0,0158	0,03	0		0	0	$ 3,12	336,00	0,50	$ -
MOLDES EN SET	32	1904	0,0168	0,02	0		0	0	$ 5,67	129,00	0,50	$ -
MOLDES GALLETAS Y CUPCAKES	30	1904	0,0158	0,03	0		0	0	$ 1,88	124,00	0,50	$ -
BANDEJAS PARA HORNO	32	1904	0,0168	0,03	0		0	0	$ 7,86	64,00	0,50	$ -
MOLDES DESECHABLES	32	1904	0,0168	0,02	0		0	0	$ 0,77	260,00	0,50	$ -
SET DE REFRACTARIOS	39	1904	0,0205	0,03	0		0	0	$ 6,06	21,00	0,50	$ -
Total						0,000	0					$ -

Ejecución del modelo por medio del botón “Iniciar”

Subcategoría	Largo Producto	Largo Góndola	Min. Porcentaje	Ee	Si^Ee	Si	Si (cn	Caras	Margen	Demanda	Max. Porcentaje	FO
REFRACTARIOS PIEZAS SUELTAS	39	1904	0,0205	0,01	0		0	0	$ 4,32	240,00	0,50	$ -
MOLDES CAKE	30	1904	0,0158	0,03	0		0	0	$ 3,12	336,00	0,50	$ -
MOLDES EN SET	32	1904	0,0168	0,02	0		0	0	$ 5,67	129,00	0,50	$ -
MOLDES GALLETAS Y CUPCAKES	30	1904	0,0158	0,03	0		0	0	$ 1,88	124,00	0,50	$ -
BANDEJAS PARA HORNO	32	1904	0,0168	0,03	0		0	0	$ 7,86	64,00	0,50	$ -
MOLDES DESECHABLES	32	1904	0,0168	0,02	0		0	0	$ 0,77	260,00	0,50	$ -
SET DE REFRACTARIOS	39	1904	0,0205	0,03	0		0	0	$ 6,06	21,00	0,50	$ -
Total						0,000	0					$ -

Ventana de Solver de Excel tras la ejecución del modelo



Interfaz del modelo de asignación tras finalizar la ejecución

BIENVENIDO/A

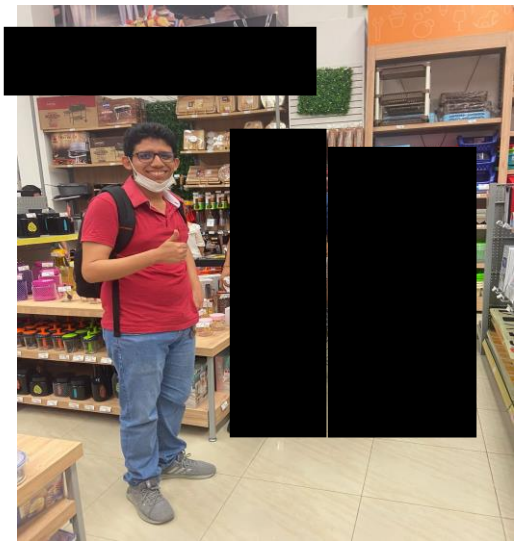
INICIAR REINICIAR

Margen total $ 3.735,90

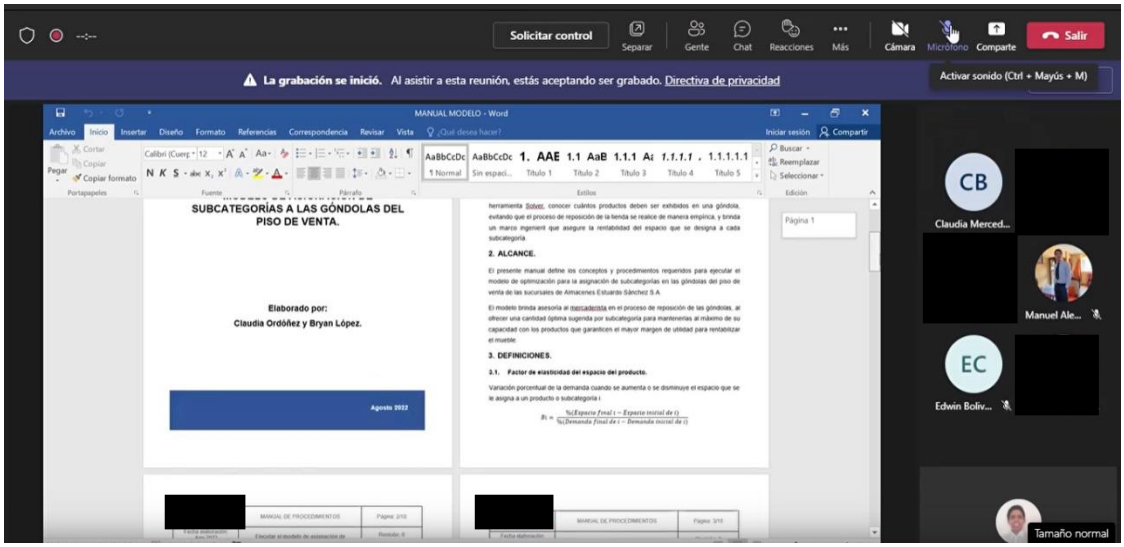
Subcategoría	Largo Producto	Largo Góndola	Min. Porcentaje	Ee	Si^Ee	Si	Si (cm	Caras	Margen	Demanda	Max. Porcentaje	FO
REFRACTARIOS PIEZAS SUELTAS	39	1904	0,0205	0,01	0,97923171	12%	233,46072	6	$ 4,32	240,00	0,50	$ 1.015,54
MOLDES CAKE	30	1904	0,0158	0,03	0,970494562	37%	701,623	23	$ 3,12	336,00	0,50	$ 1.017,39
MOLDES EN SET	32	1904	0,0168	0,02	0,965234642	17%	324,57267	10	$ 5,67	129,00	0,50	$ 706,00
MOLDES GALLETAS Y CUPCAKES	30	1904	0,0158	0,03	0,926400911	8%	148,92447	5	$ 1,88	124,00	0,50	$ 215,96
BANDEJAS PARA HORNO	32	1904	0,0168	0,03	0,948718127	17%	329,28623	10	$ 7,86	64,00	0,50	$ 477,46
MOLDES DESECHABLES	32	1904	0,0168	0,02	0,940017818	5%	86,391543	3	$ 0,77	260,00	0,50	$ 187,92
SET DE REFRACTARIOS	39	1904	0,0205	0,03	0,909202249	4%	79,741362	2	$ 6,06	21,00	0,50	$ 115,63
Total						1,000	1904					$ 3.735,90

APÉNDICE F

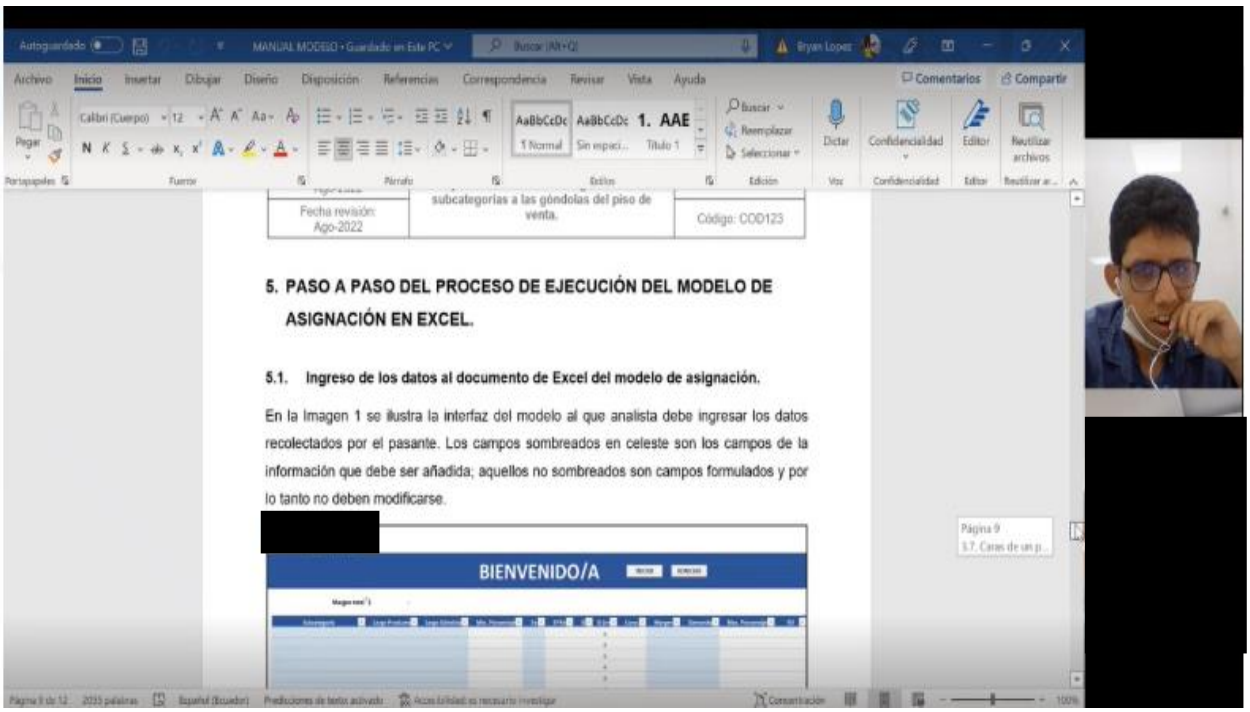
Inducción al personal operativo sobre uso del diseño del modelo propuesto



Inducción al personal administrativo sobre el uso del diseño del modelo propuesto



Sociabilización del manual de operación propuesto



APÉNDICE G

Reunión final con el Gerente de Operaciones para validación del modelo