



ANÁLISIS CUANTITATIVO DE NEGOCIOS 2022:

“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE NEGOCIOS EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA”

Integrantes:

➤ Albarracín, Elías Andres	41.300.343
➤ Carbone, Micaela	41.771.573
➤ Gutiérrez, Carolina	41.182.121
➤ Lazarte, Diego Hernán	36.654.416
➤ Maza Zurita, Agustina Betsabé	41.960.497
➤ Romero, Joaquín Sebastián	39.359.085



ÍNDICE

1	RESUMEN.....	3
2	INTRODUCCIÓN.....	4
3	PROBLEMA.....	4
3.1	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
4	OBJETIVO GENERAL.....	5
4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5	MARCO METODOLÓGICO.....	5
6	MARCO TEÓRICO.....	5
7	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	7
7.1	DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	7
8	HERRAMIENTAS.....	7
8.1	PRONÓSTICOS.....	7
8.2	PROGRAMACIÓN LINEAL.....	13
8.2.1	INFORME DE SENSIBILIDAD.....	18
8.3	SIMULACIÓN MONTE CARLO.....	19
9.	RECOMENDACIONES.....	21
10.	CONCLUSIONES.....	21
10	BIBLIOGRAFÍA.....	28



1 RESUMEN

La empresa bajo estudio es una empresa tucumana que se dedica a la comercialización de artículos de seguridad industrial, actualmente la organización se enfrenta a la dificultad de no disponer de un análisis de las ventas adecuado. De esta forma, el siguiente trabajo de investigación está destinado a implementar herramientas de análisis cuantitativo y ayudar a la gerencia a mejorar el proceso de toma de decisiones mediante la gestión adecuada de los datos.

La empresa no dispone con un análisis preciso de sus datos de ventas, por consiguiente, es importante utilizar la base de datos e implementar las herramientas disponibles para realizar diversas evaluaciones para mejorar el proceso de toma de decisiones.

La presente investigación tiene un enfoque metodológico de tipo cuantitativo, con diseño no experimental longitudinal del tipo descriptivo, ya que se considera un caso específico y sus respectivos componentes, midiendo conceptos y definiendo variables críticas. La muestra seleccionada para el presente trabajo es del tipo no probabilístico ya que no se pretende generalizar resultados.

La recolección de datos se realizará a través del Sistema de Gestión (SAP) brindado por la empresa. Además, se llevarán a cabo entrevistas en profundidad con los jefes de aquellas áreas involucradas y se complementará la investigación con observación pasiva por parte de un integrante del grupo.

Palabras claves: Análisis - Herramientas - Métodos - Toma de decisiones



2 INTRODUCCIÓN

Con el objetivo último de tomar mejores decisiones, los administradores de diferentes empresas necesitan obtener la información necesaria, herramientas de gestión y análisis que den soporte para cumplir esta tarea. Es primordial dentro de un contexto de incertidumbre realizar un análisis profundo del contexto en el que se encuentra la empresa y anticiparse ante posibles situaciones futuras.

En consecuencia, este trabajo de investigación está destinado a implementar herramientas de análisis y ayudar a la dirección a tomar mejores decisiones futuras. La compañía objeto de este estudio se denomina “SG”, una división del “Grupo YK”, el cual está formado por un conjunto de empresas argentinas con más de 30 años de trayectoria, los cuales lo posicionan como líder en el mercado; caracterizándose además por representar a las principales marcas del mundo asegurando de esta manera la satisfacción de sus clientes.

Especializada en proveer insumos en seguridad industrial y afines a las industrias más importantes del N.O.A. como ser: artículos de ferretería, elementos de protección personal, indumentaria textil, calzados de seguridad, iluminación industrial, limpieza industrial, electrodomésticos y otros productos al por mayor; su casa central está ubicada en la ciudad de San Miguel de Tucumán, y en febrero de este año abrió una nueva sucursal en la provincia de Salta.

Cabe destacar que por cuestiones de confidencialidad y preservar la denominación real de la empresa objeto de este estudio es que se usará el nombre de fantasía “SG” para hacer referencia a ésta misma.

3 PROBLEMA

Actualmente, la empresa no dispone dentro del área de comercialización un análisis riguroso de los datos de sus ventas. Por consiguiente, resulta de gran importancia la utilización de la base de datos disponible y la implementación de las herramientas a nuestra disposición para realizar diversas evaluaciones para mejorar la toma de decisiones.

3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son los productos que generan una mayor contribución marginal en la empresa?
- ¿Cuál es la demanda esperada para los períodos futuros?
- ¿Cuál sería la mezcla óptima de productos que maximiza los beneficios? ¿Qué restricciones deben considerarse?



4 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta investigación es proponer herramientas para mejorar la toma de decisiones mediante una gestión adecuada de los datos disponibles.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar aquellos productos que generan una mayor contribución marginal para mejorar la gestión de los mismos;
- Definir demandas futuras implementando la herramienta pronóstico;
- Determinar la mezcla óptima de productos utilizando programación lineal en base a la demanda definida.

5 MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación tiene un enfoque metodológico de tipo cuantitativo, con diseño no experimental longitudinal, ya que se recolectarán datos de diferentes puntos del tiempo.

La muestra seleccionada para el presente trabajo es del tipo no probabilística, ya que la elección de los elementos no depende de la probabilidad.

Para la recolección de datos, se llevarán a cabo entrevistas en profundidad con los jefes de las distintas áreas involucradas, observación completa ya que el observador es un participante más, y por último un análisis documental de los datos internos de la empresa a través del sistema de gestión SAP para obtener información necesaria.

6 MARCO TEÓRICO

Existe una amplia variedad de literatura acerca del tema tratado en la investigación, por lo que decidimos citar a un autor destacado en métodos cuantitativos para los negocios:

Render, B. (2012) expresa acerca de los **Pronósticos** que: *“Los gerentes tratan siempre de reducir la incertidumbre e intentan hacer mejores estimaciones de lo que sucederá en el futuro. Lograr esto es el objetivo principal de la elaboración de los pronósticos. Existen muchas formas de pronosticar el futuro. En muchas empresas (sobre todo las pequeñas), el proceso completo es subjetivo e incluye los métodos improvisados, la intuición y los años de experiencia. También existen muchos modelos de pronósticos cuantitativos, como promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyecciones de tendencias y análisis de regresión por mínimos cuadrados”*



El autor en su libro considera tres tipos de modelos de pronósticos, en esta investigación aplicamos el siguiente: *“Los **modelos de series de tiempo** intentan predecir el futuro usando datos históricos. Estos modelos suponen que lo que ocurra en el futuro es una función de lo que haya sucedido en el pasado.”*

En cuanto a la segunda herramienta utilizadas en este trabajo, Render, B. (2012) en su libro *Método cuantitativos para los negocios* define a la **Programación lineal (PL)** de la siguiente manera: *“Es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, que está diseñada para ayudar a los gerentes en la planeación y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos.”*

Desglosando lo establecido por el autor, podemos indicar los requerimientos de un problema de programación lineal:

“Todos los problemas buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo. Nos referimos a esta propiedad como la función objetivo de un problema de PL.

La segunda propiedad que los problemas de PL tienen en común es la presencia de limitaciones restricciones, que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo.

Los objetivos y las restricciones en los problemas de PL se deben expresar en términos de ecuaciones o desigualdades lineales. Las relaciones matemáticas lineales tan solo significan que todos los términos utilizados en la función objetivo y en las restricciones son de primer grado.”

Para continuar con la tercera herramienta utilizada en el trabajo, citamos también al autor Render, B (2012) donde define la **Simulación** como “una de las herramientas de análisis cuantitativo que más se utiliza”(…)“*Simular* es tratar de duplicar las funciones, apariencia y características de un sistema real. En este capítulo, mostraremos cómo simular un negocio o sistema administrativo construyendo un *modelo matemático*, que se acerque lo más posible a la representación real del sistema.”

Luego el autor indica el proceso de simulación como: *“un gerente debe 1.definir un problema, 2.introducir las variables asociadas con el problema, 3.construir un modelo de simulación, 4.establecer los posibles cursos de acción para probarlos, 5.efectuar una corrida de simulación del experimento, 6.considerar los resultados (y quizá decidir modificar el modelo o cambiar los datos de entrada) y 7.decidir el curso de acción a tomar”*



7 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

7.1 DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Luego de analizar los datos brindados por la empresa, se decidió realizar las siguientes modificaciones para utilizar aquellos datos relevantes para la aplicación de las primeras herramientas.

A continuación, se detallan las modificaciones realizadas:

- Se eliminaron todos los registros datados fuera del periodo bajo análisis (año 2021)
- Se eliminan los registros de ventas de subrubros Gastos y Ferretería, además de aquellos registros sin rubro definido, con la finalidad de trabajar solo con el rubro de Seguridad Industrial.
- Se eliminan los registros definidos con el subrubro Productos Eléctricos.

De esta manera, de una base de datos con 39.756 registros, solo se analizarán 23.658, lo que representa un 60% de los datos brindados.

8 HERRAMIENTAS

8.1 PRONÓSTICOS

Luego de la depuración de la base de datos, se identificaron 13 subrubros existentes dentro del rubro Seguridad Industrial. En consulta con el área comercial con respecto a la fijación de los precios, se informan los siguientes porcentajes que representan los costos incluidos en el precio de cada subrubro:

Porcentajes que representan los costos en el precio de cada subrubro

SUBRUBRO	% COSTOS
CALZADO DE SEGURIDAD	45%
INDUMENTARIA DE PROTECCION	20%
INDUMENTARIA TEXTIL	30%
PROTECCION ALTA VISIBILIDAD	40%
PROTECCION CRANEANA	40%
PROTECCION DE MANOS	10%
PROTECCION EN ALTURA	10%
PROTECCION FACIAL	15%
PROTECCION OCULAR	15%
PROTECCION RESPIRATORIA	15%
PROTECCION SOLDADURA	10%
PROTECCION Y LIMPIEZA INSTITUCIONAL	40%
PROTECCION AUDITIVA	35%

Fuente: elaboración propia.



De esta manera, se procede a calcular la contribución marginal de cada subrubro y, en base a la misma, se realiza un análisis de la relevancia de cada uno de ellos en base a los montos totales de contribución marginal dentro del periodo bajo análisis. Se obtienen los siguientes resultados:

13 subrubros del rubro Seguridad Industrial según su contribución marginal

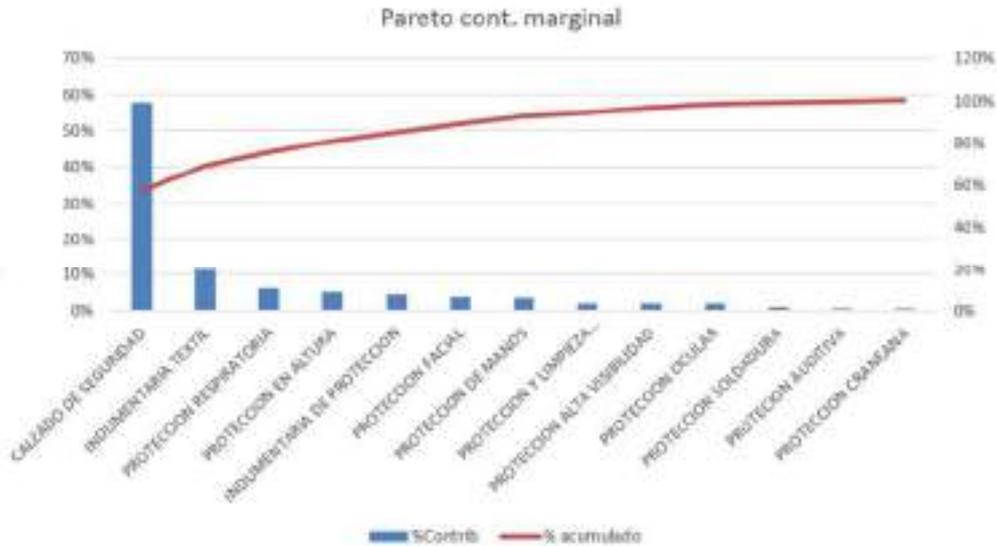
Rubro	cont. Marginal	%Contrib	% acumulado
CALZADO DE SEGURIDAD	\$ 25.450.774,35	58%	58%
INDUMENTARIA TEXTIL	\$ 5.071.085,36	12%	69%
PROTECCION RESPIRATORIA	\$ 2.792.694,49	6%	76%
PROTECCION EN ALTURA	\$ 2.248.622,40	5%	81%
INDUMENTARIA DE PROTECCION	\$ 1.990.592,68	5%	85%
PROTECCION FACIAL	\$ 1.751.781,58	4%	89%
PROTECCION DE MANOS	\$ 1.579.250,64	4%	93%
PROTECCION Y LIMPIEZA INSTITUCIONAL	\$ 804.022,05	2%	95%
PROTECCION ALTA VISIBILIDAD	\$ 798.220,37	2%	96%
PROTECCION OCULAR	\$ 769.778,95	2%	98%
PROTECCION SOLDADURA	\$ 323.642,54	1%	99%
PROTECCION AUDITIVA	\$ 248.158,36	1%	99%
PROTECCION CRANEANA	\$ 243.432,53	1%	100%
Total general	\$ 44.072.056,29	100%	

Fuente: elaboración propia

Siguiendo el Principio de Pareto, también conocido como la regla 80/20, la cual afirma que el 80% de los resultados están explicados por el 20% de las causas, se procede a trabajar con los primeros 4 subrubros que acumulan el 80% del total de la contribución marginal generada. Estos son:

- **Calzado de Seguridad.**
- **Indumentaria Textil**
- **Protección Respiratoria**
- **Protección en Altura**

Se seleccionan estos subrubros para aplicar las herramientas correspondientes con la finalidad de pronosticar las cantidades demandadas en periodos futuros.



Fuente: elaboración propia

Para continuar trabajando con los datos brindados por la empresa, fue necesario generar familias de productos dentro de cada subrubro, que agrupen aquellos productos similares para facilitar el trabajo.

En consiguiente, se aplica la misma metodología del Principio de Pareto para cada subrubro, utilizando los montos totales de contribución marginal que genera cada familia que compone el subrubro.

Se obtiene de esta manera, las familias de productos que representan el 80% del total de contribución marginal de cada subrubro bajo análisis:

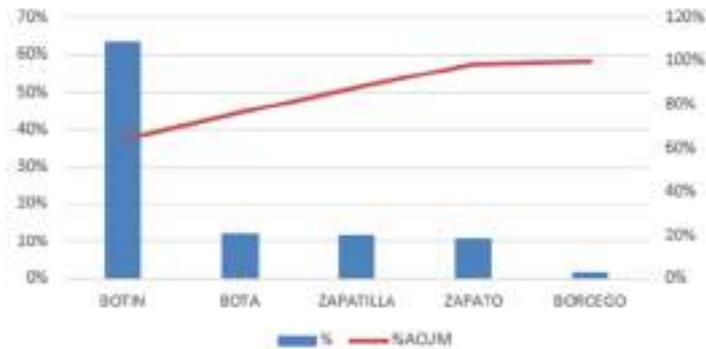
Productos del subrubro calzado según su contribución marginal

CALZADO DE SEGURIDAD			
FAMILIA	TOTAL CM	%CM	%ACUM
BOTIN	\$ 42.201.582,77	64%	64%
BOTA	\$ 8.034.944,51	12%	76%
ZAPATILLA	\$ 7.949.560,06	12%	88%
ZAPATO	\$ 6.993.236,12	11%	99%
BORCEGO	\$ 968.928,59	1%	100%
Total general	\$ 66.148.252,05	100%	

Fuente: elaboración propia.



PARETO CALZADO DE SEGURIDAD



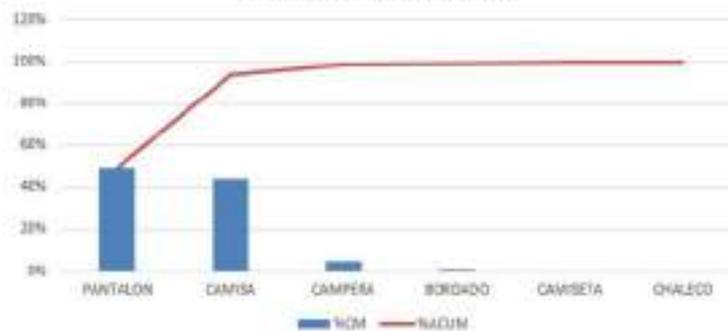
Fuente: elaboración propia

Productos del subrubro Indumentaria textil según su contribución marginal

INDUMENTARIA TEXTIL			
FAMILIA	TOTAL CM	%CM	%ACUM
PANTALON	\$ 14.182.643,94	50%	50%
CAMISA	\$ 12.627.921,72	44%	94%
CAMPERA	\$ 1.315.095,18	5%	98%
BORDADO	\$ 233.198,46	1%	99%
CAMISETA	\$ 172.904,21	1%	100%
CHALECO	\$ 86.693,75	0%	100%
TOTAL	\$ 28.618.457,25		

Fuente: elaboración propia.

Pareto Indumentaria Textil



Fuente: elaboración propia



Productos del subrubro protección respiratoria según su contribución marginal

PROTECCION RESPIRATORIA			
FAMILIA	TOTAL CM	% CM	%ACUM
RESPIRADOR	\$ 10.520.659,18	40%	40%
CARTUCHO	\$ 5.914.838,99	23%	63%
MASCARA	\$ 5.549.215,56	21%	84%
PREFILTRO	\$ 2.762.799,97	11%	95%
OTROS	\$ 862.892,77	3%	98%
MASCARILLA	\$ 454.906,94	2%	100%
Total general	\$ 26.065.313,41	100%	

Fuente: elaboración propia.

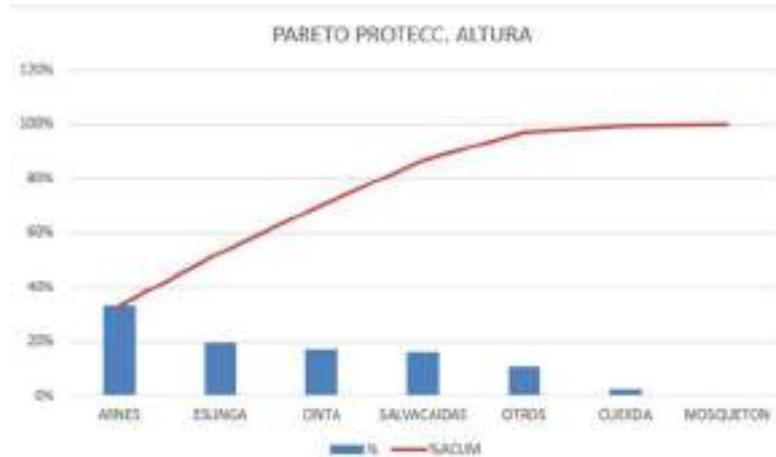


Fuente: elaboración propia.

Productos del subrubro protección en altura según su contribución marginal

PROTECCIÓN EN ALTURA			
FAMILIA	TOTAL CM	%CM	%ACUM
ARNES	\$ 2.202.490,24	33%	33%
ESLINGA	\$ 1.309.515,77	20%	53%
CINTA	\$ 1.158.405,90	17%	70%
SALVACIDAS	\$ 1.100.843,87	17%	87%
OTROS	\$ 705.989,31	11%	97%
CUERDA	\$ 165.060,54	2%	100%
MOSQUETON	\$ 21.754,74	0%	100%
TOTAL	\$ 6.664.060,37	100%	

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia

A modo de resumen, se presenta el siguiente cuadro con la familia de productos de cada subrubro seleccionada para realizar el pronóstico:

Porcentaje acumulado de contribución marginal por cada producto de cada subrubro

RUBRO	FAMILIA	% ACUMULADO DE CM
CALZADO DE SEGURIDAD	BOTIN	88%
	BOTA	
	ZAPATILLA	
INDUMENTARIA TEXTIL	PANTALON	98%
	CAMISA	
	CAMPERA	
PROTECCION RESPIRATORIA	RESPIRADOR	84%
	CARTUCHO	
	MASCARA	
PROTECCION EN ALTURA	ARNES	70%
	ESLINGA	
	CINTA	

Fuente: elaboración propia.

Demandas pronosticadas 2022:

Mediante la utilización de la herramienta de tablas dinámicas de hojas de cálculo, se logra identificar las cantidades vendidas de cada familia de productos seleccionados para cada mes del año 2021, a fines de aplicar de manera correcta la herramienta de pronósticos.

En base a las cantidades demandas, se calculan los promedios móviles simples, ponderados y el método de suavizamiento exponencial para comparar el método que reduciría de mejor manera la estacionalidad (anexo 1). Se obtienen los siguientes resultados:



Demandas pronosticadas para cada producto de cada subrubro según el pronóstico utilizado

RUBRO	FAMILIA	METODO	CANT. PRONOSTICADA
CALZADO DE SEGURIDAD	BOTIN	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL	1078
	BOTA		376
	ZAPATILLA		123
INDUMENTARIA TEXTIL	PANTALON		1134
	CAMISA		696
	CAMPERA		20
PROTECCION RESPIRATORIA	RESPIRADOR	PMS n=3	4487
	CARTUCHO	PMP n=3	151
	MASCARA	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL	88
PROTECCION EN ALTURA	ARNES	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL	38
	ESLINGA	PMS n=3	58
	CINTA	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL	12

Fuente: elaboración propia.

8.2 PROGRAMACIÓN LINEAL

Continuando con la aplicación de las herramientas para la solución de la situación problemática planteada, utilizamos programación lineal con el objetivo de encontrar la mezcla óptima de cada producto definido dentro de los subrubros seleccionados.

Para modelizar cada situación particular, se definen como variables de decisión las cantidades de cada producto dentro de cada subrubro. Las mismas son:

- C:** Calzados
- I:** Indumentaria textil
- R:** Protección respiratoria
- A:** Protección en altura

Cada subrubro sigue la siguiente denotación de sus respectivos productos:

- Calzado: Botín (1); Botas (2); Zapatillas (3)

C1: Cantidad de botines del subrubro Calzado a vender para el mes enero 2022.

C2: Cantidad de botas del subrubro Calzado a vender para el mes enero 2022.

C3: Cantidad de zapatillas del subrubro Calzado a vender para el mes enero 2022.

- Indumentaria Textil: Camisa (1); Campera (2); Pantalón (3)

I1: Cantidad de camisas del subrubro Indumentaria Textil a vender para el mes enero 2022.



I2: Cantidad de camperas del subrubro Indumentaria Textil a vender para el mes enero 2022.

I3: Cantidad de pantalones del subrubro Indumentaria Textil a vender para el mes enero 2022.

- Protección Respiratoria: Máscara (1); Cartucho (2); Respirador (3)

R1: Cantidad de máscaras del subrubro Protección Respiratoria a vender para el mes de enero 2022.

R2: Cantidad de cartuchos del subrubro Protección Respiratoria a vender para el mes de enero 2022.

R3: Cantidad de respiradores del subrubro Protección Respiratoria a vender para el mes de enero 2022.

- Protección en Altura: Eslinga (1); Arnés (2); Cinta (3)

A1: Cantidad de eslingas del subrubro Protección en Altura a vender para el mes enero 2022.

A2: Cantidad de arnés del subrubro Protección en Altura a vender para el mes enero 2022.

A3: Cantidad de cintas del subrubro Protección en Altura a vender para el mes enero 2022.

Función Objetivo: Maximizar la contribución marginal:

$$\begin{aligned} \text{FO} = & \$2.787,63 \cdot \mathbf{C1} + \$1.946,44 \cdot \mathbf{C2} + \$1.847,40 \cdot \mathbf{C3} + \$770,90 \cdot \mathbf{I1} + \$644,79 \cdot \mathbf{I2} \\ & + \$763,60 \cdot \mathbf{I3} + \$1.370,47 \cdot \mathbf{R1} + \$1.018,22 \cdot \mathbf{R2} + \$103,51 \cdot \mathbf{R3} + \$1.439,17 \cdot \mathbf{A1} + \\ & \$2.243,30 \cdot \mathbf{A2} + \$1.319,86 \cdot \mathbf{A3} \end{aligned}$$

Restricciones:

➤ **DEMANDA**

El objetivo es cubrir las demandas pronosticadas para cada producto dentro de cada subrubro:

R1: C1 >= 1078 unidades para enero 2022

R2: C2 >= 376 unidades para enero 2022

R3: C3 >= 123 unidades para enero 2022

R4: I1 >= 1134 unidades para enero 2022

R5: I2 >= 696 unidades para enero 2022

R6: I3 >= 20 unidades para enero 2022



R7: R1 \geq 4487 unidades para enero 2022

R8: R2 \geq 151 unidades para enero 2022

R9: R3 \geq 88 unidades para enero 2022

R10: A1 \geq 38 unidades para enero 2022

R11: A2 \geq 58 unidades para enero 2022

R12: A3 \geq 12 unidades para enero 2022

➤ **PRESUPUESTO:**

R13: \$4.646,04 C1 + \$3.538,97 C2 + \$7.389,60 C3 + \$1.090,86 I1 + \$1.541,80 I2 + \$3.223,93 I3 + \$3.426,18 R1 + \$2.036,01 R2 + \$207,01 R3 + \$3.738,83 A1 + \$2.398,62 A2 + \$4.399,54 A3 \leq \$14.000.000

➤ **NO NEGATIVIDAD:** las cantidades vendidas no deben ser negativas.

R14: C1, C2, C3, I1, I2, I3, R1, R2, R3, A1, A2, A3 $\in \mathbb{R}^+ \cup \{0\}$

Al modelizar la situación anteriormente descrita y realizando la programación en la hoja de cálculo, se obtienen los siguientes resultados:

Solución óptima según programación lineal

	C1	C2	C3	I1	I2	I3	R1	R2	R3	A1	A2	A3		
VD	1078	376	123	696	20	1134	88	151	4487	38	58	12		
CO	\$ 2.787,83	\$ 1.946,44	\$ 1.847,40	\$ 770,80	\$ 844,79	\$ 769,60	\$ 1.370,47	\$ 1.018,23	\$ 207,01	\$ 1.436,17	\$ 2.241,00	\$ 1.319,86	\$ 6.683.800,31	
R1: Demanda C1	1												1078	MC
R2: Demanda C2		1											376	MC
R3: Demanda C3			1										123	MC
R4: Demanda I1				1									696	MC
R5: Demanda I2					1								20	MC
R6: Demanda I3						1							1134	MC
R7: Demanda R1							1						88	MC
R8: Demanda R2								1					151	MC
R9: Demanda R3									1				4487	MC
R10: Demanda A1										1			38	MC
R11: Demanda A2											1		58	MC
R12: Demanda A3												1	12	MC
R13: Presupuesto	\$ 4.646,04	\$ 3.538,97	\$ 7.389,60	\$ 1.090,86	\$ 1.541,80	\$ 3.223,93	\$ 3.426,18	\$ 2.036,01	\$ 207,01	\$ 3.738,83	\$ 2.398,62	\$ 4.399,54	\$ 14.000.000	MC
R14: No negatividad	C1, C2, C3, I1, I2, I3, R1, R2, R3, A1, A2, A3 $\in \mathbb{R}^+ \cup \{0\}$													

Fuente: elaboración propia.

Podemos observar que la solución óptima arroja una contribución marginal total de **\$6.683.800,31** donde las cantidades óptimas a vender para el mes de enero del año 2022 para cada producto son las siguientes (para los productos de los subrubros calzado, entiéndase unidades=pares):

- **Botín:** 1078 unidades
- **Botas:** 376 unidades
- **Zapatillas:** 123 unidades
- **Camisa:** 696 unidades
- **Campera:** 20 unidades
- **Pantalón:** 1134 unidades



- **Máscara:** 88 unidades
- **Cartucho:** 151 unidades
- **Respirador:** 4487 unidades
- **Eslinga:** 58 unidades
- **Arnés:** 207 unidades
- **Cinta:** 12 unidades

En cuanto al análisis de sensibilidad, en el **informe de respuestas** obtuvimos los siguientes resultados:

Informe de respuesta

Celda objetivo (Máx)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$N\$10	CO CONT. MG	\$ 16.255,27	\$ 6.683.800,31

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$B\$9	VD C1	1	1078	Continuar
\$C\$9	VD C2	1	376	Continuar
\$D\$9	VD C3	1	123	Continuar
\$E\$9	VD I1	1	696	Continuar
\$F\$9	VD I2	1	20	Continuar
\$G\$9	VD I3	1	1134	Continuar
\$H\$9	VD R1	1	88	Continuar
\$I\$9	VD R2	1	151	Continuar
\$J\$9	VD R3	1	4487	Continuar
\$K\$9	VDA1	1	58	Continuar
\$L\$9	VDA2	1	207,8132524	Continuar
\$M\$9	VDA3	1	12	Continuar

Fuente: elaboración propia.



Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$N\$11	R1: Demanda C CONT. MG	1078	$\$N\$11 \geq \$P\11	Vinculante	0
\$N\$12	R2: Demanda C CONT. MG	376	$\$N\$12 \geq \$P\12	Vinculante	0
\$N\$13	R3: Demanda C CONT. MG	123	$\$N\$13 \geq \$P\13	Vinculante	0
\$N\$14	R4: Demanda I CONT. MG	696	$\$N\$14 \geq \$P\14	Vinculante	0
\$N\$15	R5: Demanda I CONT. MG	20	$\$N\$15 \geq \$P\15	Vinculante	0
\$N\$16	R6: Demanda I CONT. MG	1134	$\$N\$16 \geq \$P\16	Vinculante	0
\$N\$17	R7: Demanda R CONT. MG	88	$\$N\$17 \geq \$P\17	Vinculante	0
\$N\$18	R8: Demanda R CONT. MG	151	$\$N\$18 \geq \$P\18	Vinculante	0
\$N\$19	R9: Demanda R CONT. MG	4487	$\$N\$19 \geq \$P\19	Vinculante	0
\$N\$20	R10: Demanda A CONT. MG	58	$\$N\$20 \geq \$P\20	Vinculante	0
\$N\$21	R11: Demanda A CONT. MG	207,8132524	$\$N\$21 \geq \$P\21	No vinculante	169,8132524
\$N\$22	R12: Demanda A CONT. MG	12	$\$N\$22 \geq \$P\22	Vinculante	0
\$N\$23	R13: Presupuesto CONT. MG	\$ 14.000.000,00	$\$N\$23 \leq \$P\23	Vinculante	0

Fuente: elaboración propia.

Tal informe nos indica a través de la tabla “Celdas de Variables” que se ha abordado la situación bajo estudio mediante la técnica de **Programación Lineal Continua**. La tabla “Restricciones” nos indica que se trabajó con 12 restricciones de tipo vinculante, las cuales se pueden corroborar que tienen una demora u holgura igual a 0; y 1 de tipo no vinculante con una holgura aproximada a 170. Por ejemplo, si tomamos la fila de la tabla “Restricciones” correspondiente a la primera restricción de tipo demanda, de 1078 unidades como máximo a vender durante el mes de enero del año 2022, la demanda por tal recurso fue cumplida con creces, por lo que se puede aseverar que se vendió el 100% de los productos, debido a ello la holgura fue igual a 0. Mientras que la restricción de demanda por arneses para el mes de enero del año 2022 fue planteada en un mínimo de 38 unidades, las unidades vendidas realmente durante este período fueron aproximadamente de 169 unidades más con respecto a lo pronosticado, obteniendo así un excedente en igual cuantía.



8.2.1 INFORME DE SENSIBILIDAD

Informe de sensibilidad

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$B\$9	VD C1	1078	0	2787,62625	1557,560626	1E+30
\$C\$9	VD C2	376	0	1946,435806	1363,370353	1E+30
\$D\$9	VD C3	123	0	1847,4	5063,682777	1E+30
\$E\$9	VD I1	696	0	770,9	249,3197179	1E+30
\$F\$9	VD I2	20	0	644,785	797,1749743	1E+30
\$G\$9	VD I3	1134	0	763,6011765	2251,556957	1E+30
\$H\$9	VD R1	88	0	1370,471429	1833,843246	1E+30
\$I\$9	VD R2	151	0	1018,216667	886,3464134	1E+30
\$J\$9	VD R3	4487	0	103,5066667	90,10141532	1E+30
\$K\$9	VD A1	58	0	1439,17125	2057,544278	1E+30
\$L\$9	VD A2	207,8132524	0	2243,295	1E+30	548,2129651
\$M\$9	VD A3	12	0	1319,861538	2794,782622	1E+30

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$N\$11	R1: Demanda C CONT. MG	1078	-1557,560626	1078	87,66969773	1078
\$N\$12	R2: Demanda C CONT. MG	376	-1363,370353	376	115,0947221	376
\$N\$13	R3: Demanda C CONT. MG	123	-5063,682777	123	55,12033821	123
\$N\$14	R4: Demanda I CONT. MG	696	-249,3197179	696	373,3913522	696
\$N\$15	R5: Demanda I CONT. MG	20	-797,1749743	20	264,1829363	20
\$N\$16	R6: Demanda I CONT. MG	1134	-2251,556957	1134	126,3420369	1134
\$N\$17	R7: Demanda R CONT. MG	88	-1833,843246	88	118,883836	88
\$N\$18	R8: Demanda R CONT. MG	151	-886,3464134	151	200,0150187	151
\$N\$19	R9: Demanda R CONT. MG	4487	-90,10141532	4487	1967,589453	4487
\$N\$20	R10: Demanda A CONT. MG	58	-2057,544278	58	108,9425826	58
\$N\$21	R11: Demanda A CONT. MG	207,8132524	0	38	169,8132524	1E+30
\$N\$22	R12: Demanda A CONT. MG	12	-2794,782622	12	92,58181393	12
\$N\$23	R13: Presupuesto CONT. MG	\$ 14.000.000,00	0,935244503	14000000	1E+30	407317,2512

Fuente: elaboración propia.

En el cual podemos observar en “las celdas de variables” que no tenemos costo reducido de ninguna de las variables de decisión, ya que la solución óptima nos indica la comercialización de todos los productos. Podemos ver también **los rangos de optimalidad** son el incremento y decremento permisible de los coeficientes de la función objetivo. Estos indican los cambios que está permitido hacer a los coeficientes de la función objetivo, sin que se modifique la solución óptima. En este caso por ejemplo en la variable C3: cantidad de zapatillas del subrubro Calzado a vender para el mes enero 2022 el rango de optimalidad es (-infinito;5063,68), es decir la cantidad



de zapatos a vender puede aumentar hasta 5063,68 y no se va a modificar la solución óptima a diferencia de si aumenta más del límite superior podría llegar a cambiar. Y el límite inferior infinito nos dice que puede disminuir la cantidad de zapatillas demandadas, pero no va a cambiar el conjunto solución.

Y en cuanto a “las restricciones”, podemos ver el **rango de factibilidad** que es el *incremento y decremento permisible*. Estos constituyen un rango de cambios del lado derecho de la restricción dentro del cual el precio sombra es válido. Tomando de ejemplo la restricción de presupuesto, el rango de factibilidad es (407.317,25; infinito) y precio sombra es: 0,9352, es decir si el presupuesto aumenta en 1 la contribución marginal aumentaría en 0,9352 dado que el precio sombra es positivo. Y en cuanto el presupuesto disminuya en 1 la contribución marginal disminuiría en 0,9352, hasta 407.317,25, después no podríamos indicar en cuánto cambia la contribución marginal ante un cambio en el lado derecho de la restricción este caso el presupuesto. Lo cual le convendría a la empresa aumentar un poco más el presupuesto para obtener una mayor contribución marginal.

Siguiendo con el análisis, entre las restricciones de demanda, tenemos R9: la restricción de demanda de respiradores del subrubro Protección Respiratoria a vender para el mes de enero 2022 de botas donde el precio sombra es -90,10, es decir, si aumenta en 1 la demanda de las botas la contribución marginal disminuiría en 90,10, y así también, si la demanda disminuye en 1, la contribución marginal aumentaría en 90,10. Lo cual la empresa debería considerar esto y tenerlo en cuenta para una mejor gestión de los productos. En cambio, en el caso de la restricción de demanda de arnés del subrubro protección en altura donde el precio sombra es cero, esto nos está diciendo que es un recurso con holgura, es decir un recurso el cual no lo debo gestionar ya que no estoy utilizándolo en su totalidad.

8.3 SIMULACIÓN MONTE CARLO

Para finalizar con el análisis de las ventas en la empresa comercializadora de productos de seguridad industrial consideramos importante realizar la simulación Monte Carlo para el primer semestre el año 2022 y así poder simular las cantidades vendidas construyendo un modelo matemático, poder compararlo con las dos herramientas analizadas y resueltas anteriormente para acercarnos lo más posible a la representación real del sistema. A continuación se muestra la simulación de los productos que mayor contribución marginal aportan de cada sub-rubro:



SIMULACION- SUBRUBRO CALZADO:

MES	Nº de zapatos vendidos por mes	NA ventas calzado
1	131	52
2	99	6
3	131	50
4	169	88
5	169	53
6	131	30
	138	

MES	Nº de botas vendidos por mes	NA ventas calzado
1	256	52
2	316	6
3	256	50
4	188	88
5	256	53
6	256	30
	256	

MES	Nº de botines vendidos por mes	NA ventas calzado
1	881	52
2	731	6
3	881	50
4	3.777	88
5	881	53
6	881	30
	1.139	

Fuente: elaboración propia

SIMULACION- SUBRUBRO INDUMENTARIA TEXTIL:

MES	Nº camisas vendidas por mes	NA Indument. T
1	37	52
2	69	6
3	37	50
4	8	88
5	37	53
6	37	30
	16	

MES	Nº camisas vendidas por mes	NA Indument. T
1	612	52
2	803	6
3	612	50
4	555	88
5	612	53
6	2.151	30
	881	

MES	Nº pantalones vendidos por mes	NA Indument. T
1	712	52
2	799	6
3	804	50
4	3.434	88
5	712	53
6	804	30
	1.211	

Fuente: elaboración propia

SIMULACION- SUBRUBRO PROTECCION RESPIRATORIA:

MES	Nº Mascaras vendidas por mes	NA Protec. Resp.
1	54	52
2	39	6
3	54	50
4	102	88
5	54	53
6	54	30
	60	

MES	Nº Cartuchos vendidos por mes	NA Protec. Resp.
1	145	52
2	90	6
3	144	50
4	267	88
5	145	53
6	144	30
	156	

MES	Nº Mascarillas vendidas por mes	NA Protec. Resp.
1	901	52
2	3.800	6
3	901	50
4	450	88
5	901	53
6	901	30
	1.800	

Fuente: elaboración propia.



SIMULACION- SUBRUBRO PROTECCION EN ALTURA:

SIMULACION MONTECARLO- Cintas		
MES	N°Cintas vendidas por mes	NA Protec. Resp.
1	12	52
2	30	6
3	12	50
4	6	88
5	12	53
6	12	30
	24	

SIMULACION MONTECARLO-Arneses		
MES	N°Arneses vendidos por mes	NA Protec. Resp.
1	67	52
2	38	6
3	41	50
4	37	88
5	67	53
6	41	30
	49	

SIMULACION MONTECARLO- Eslinga		
MES	N°Eslingas vendidas por mes	NA Protec. Resp.
1	30	52
2	33	6
3	30	50
4	59	88
5	30	53
6	30	30
	35	

Fuente: elaboración propia.

9. RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista cuantitativo nuestra recomendación es implementar técnicas de marketing y mayor publicidad a productos: campera, máscara, arnés y eslinga. Como segunda recomendación sería adecuado según lo analizado, mantener la cantidad de ventas de pantalón, camisa y respirador en las justas y necesarias. Y por último implementar el proceso de mejora continua en la gestión del marketing y publicidad de los productos con mayor contribución marginal brindada.

10. CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo, se fueron implementando diversas herramientas que le brindaron a la organización distintas perspectivas sobre los productos con mayor contribución, su demanda de periodos futuros y las cantidades que optimizan los resultados.

A partir de los datos obtenidos, la empresa se puede mejorar la planeación desde un enfoque holístico basado en los resultados de la aplicación de las herramientas, con el objetivo de solucionar la situación problemática planteada. A continuación, se presenta un resumen de la situación:



Cantidades pronosticadas y óptimas para cada producto bajo análisis

PRODUCTOS	CMT	CANT. PRONOSTICADAS	CANT. OPTIMA	DIFERENCIA
BOTIN	\$ 42.201.582,77	1078	1078	0
BOTA	\$ 8.034.944,51	376	376	0
ZAPATILLA	\$ 7.949.560,06	123	123	0
PANTALON	\$ 14.182.643,94	1134	696	-438
CAMISA	\$ 12.627.921,72	696	20	-676
CAMPERA	\$ 1.315.095,18	20	1134	1114
RESPIRADOR	\$ 10.520.659,18	4487	88	-4399
CARTUCHO	\$ 5.914.838,99	151	151	0
MASCARA	\$ 5.549.215,56	88	4487	4399
ARNES	\$ 2.202.490,24	38	58	20
ESLINGA	\$ 1.309.515,77	58	208	150
CINTA	\$ 1.158.405,90	12	12	0

Fuente: elaboración propia.

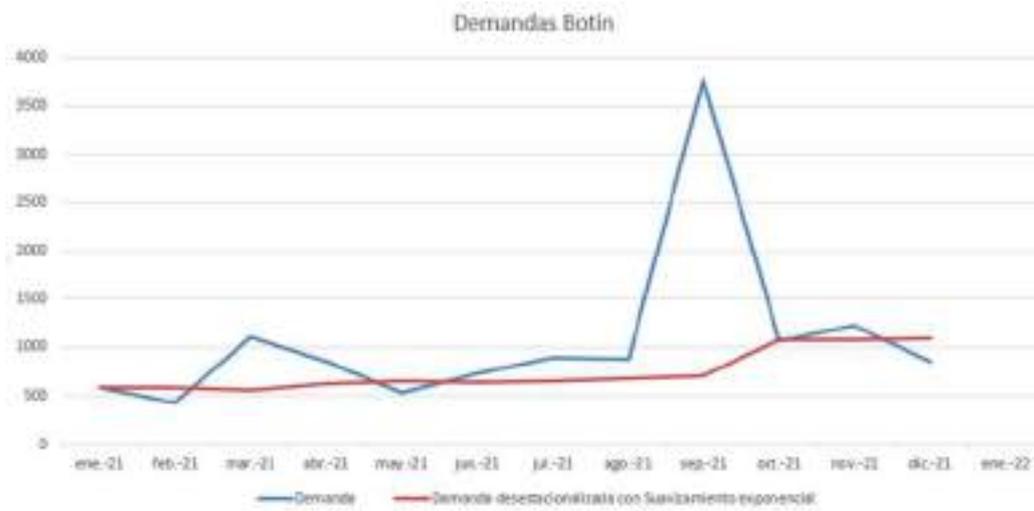
Con los resultados de la aplicación de las herramientas pronósticos y programación lineal, se pudo realizar una comparación entre la demanda esperada para el próximo periodo y las cantidades que maximizar la contribución marginal. De esta manera, se puede observar aquellos productos que, si se logra aumentar sus cantidades vendidas mejoran los resultados (camperas, máscaras, arnés y eslinga). De la misma manera, para lograr la maximización de la variable de resultado, se debe disminuir las cantidades vendidas de ciertos productos (pantalón, camisa y respirador) ya que existe una restricción en cuanto al presupuesto destinado a la compra mensual de estos productos.

De esta manera, las conclusiones obtenidas demuestran la utilidad de las herramientas de análisis cuantitativo y una propuesta a implementar a futuro que busca una mejor exactitud en los resultados mediante un proceso de mejora continua.

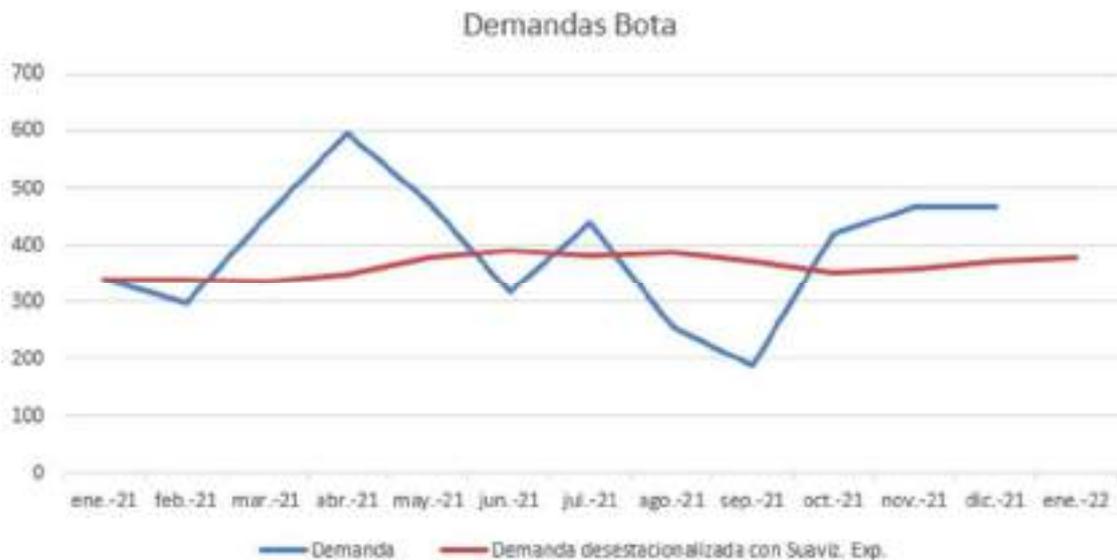


ANEXO 1: Demanda real y desestacionalizada de cada familia de productos por subrubro.

SUBRUBRO 1: Calzado de seguridad



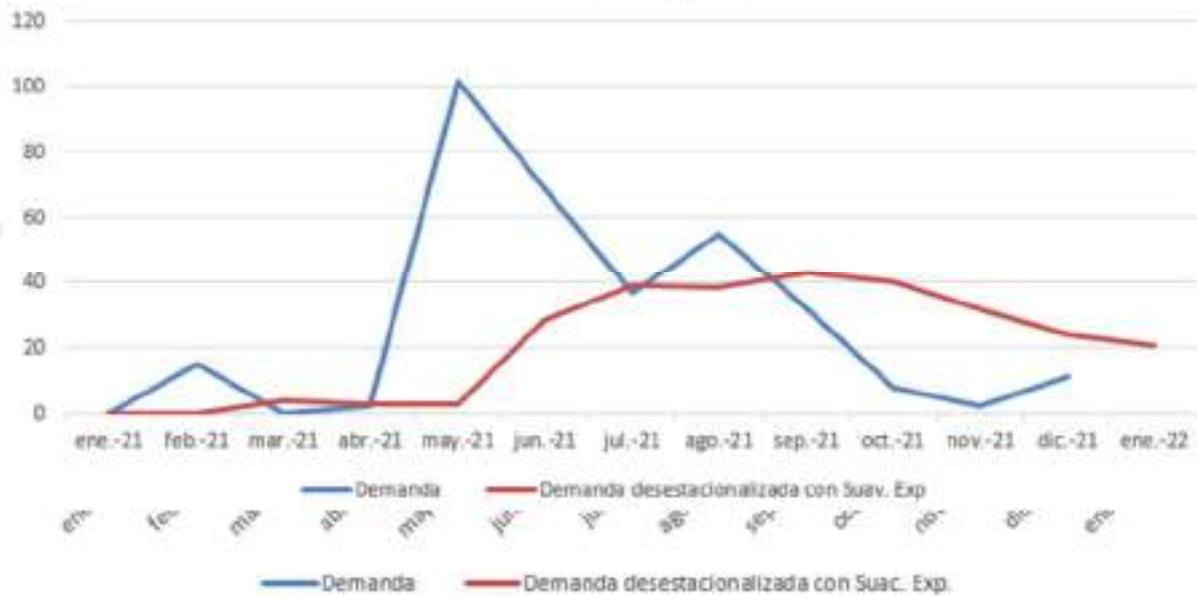
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.



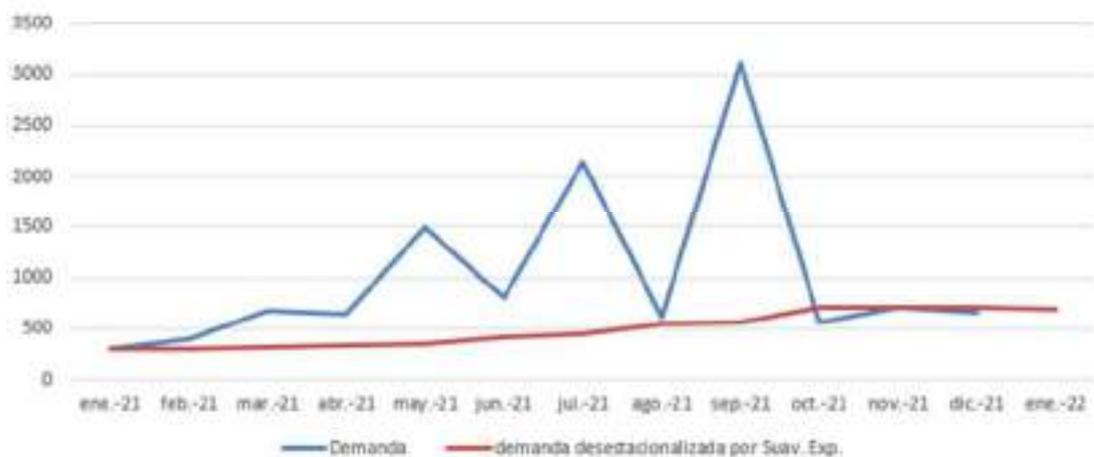
Demanda Campera



Fuente: elaboración propia.

SUBRUBRO 2: Indumentaria Textil

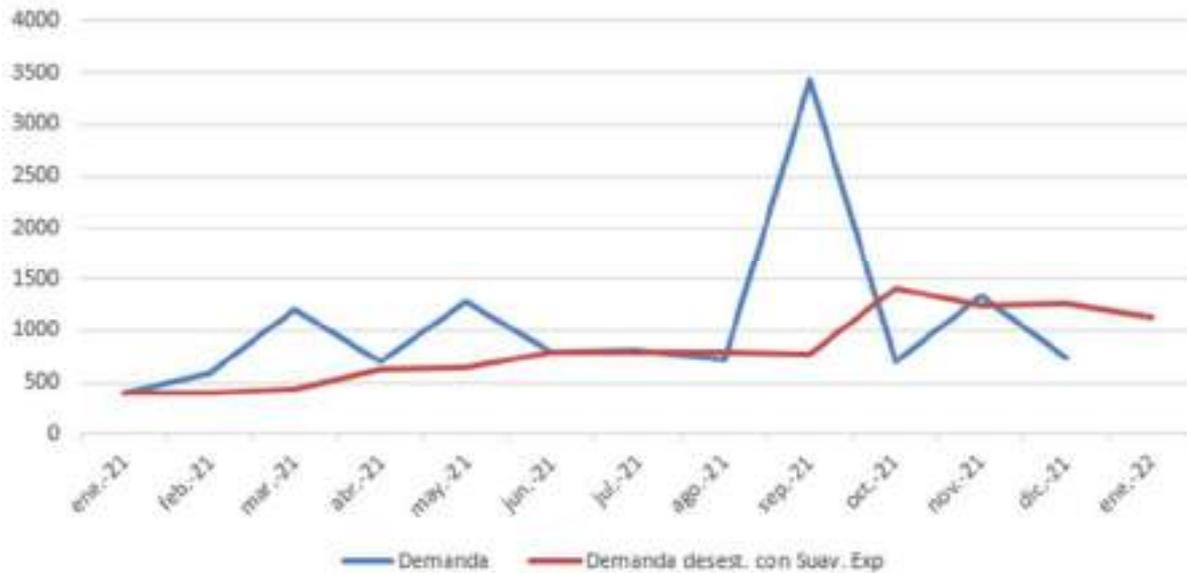
Demanda Camisa



Fuente: elaboración propia.



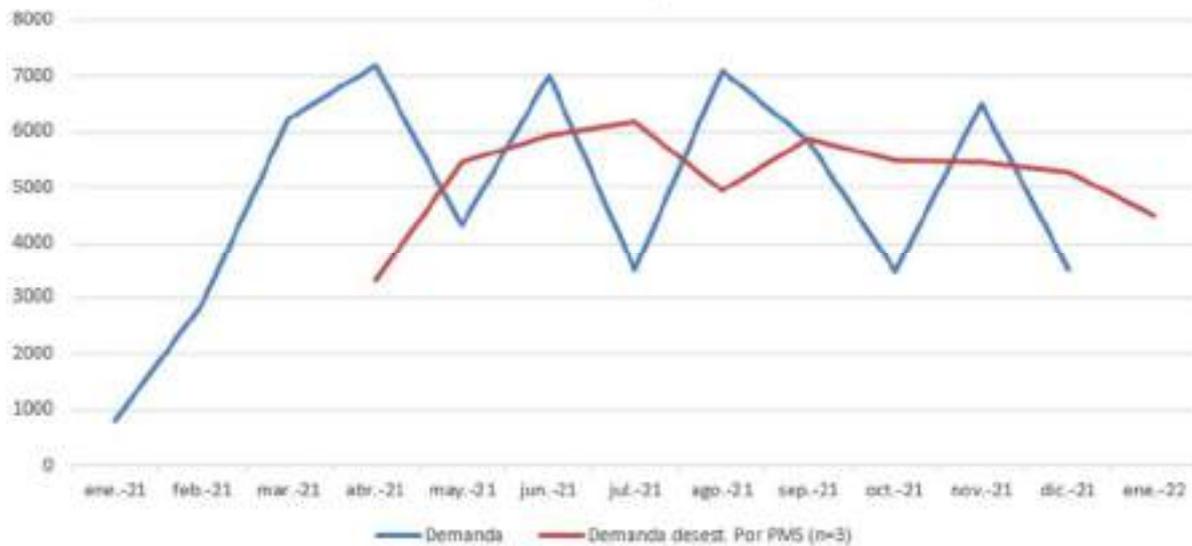
Demanda Pantalón



Fuente: elaboración propia.

SUBRUBRO 3: Protección Respiratoria

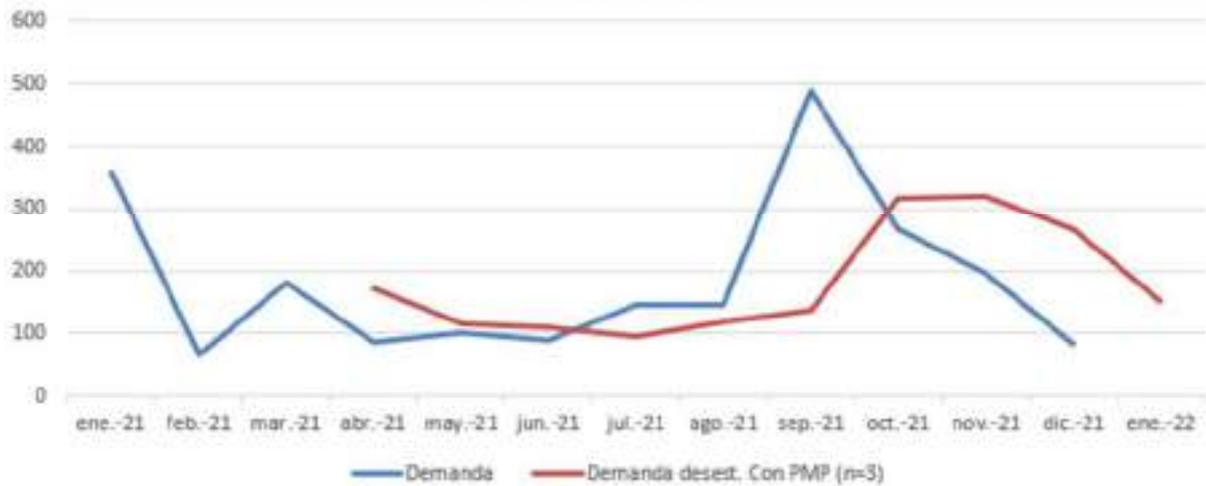
Demanda Respirador



Fuente: elaboración propia.



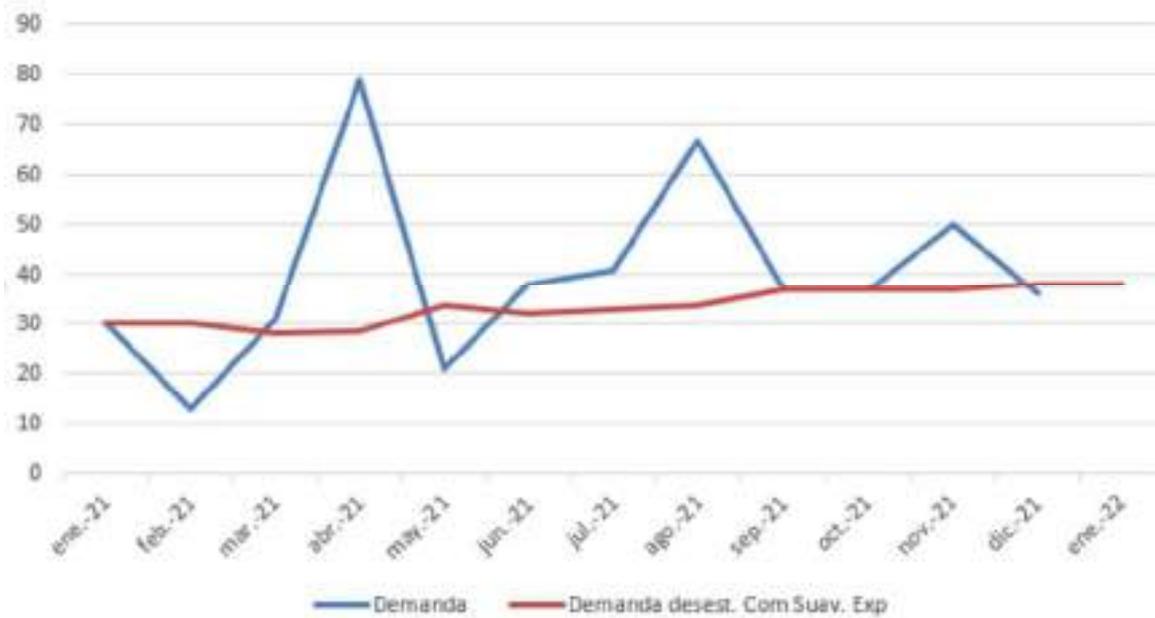
Demanda Cartucho



Fuente: elaboración propia.

SUBRUBRO 4: Protección en altura

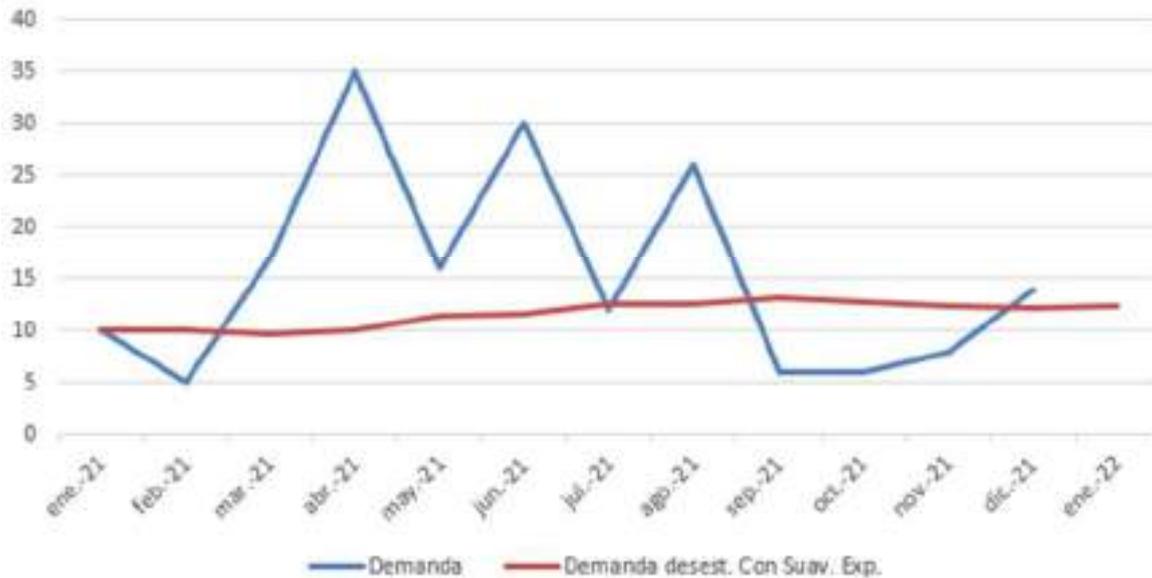
Demanda Arnes



Fuente: elaboración propia.

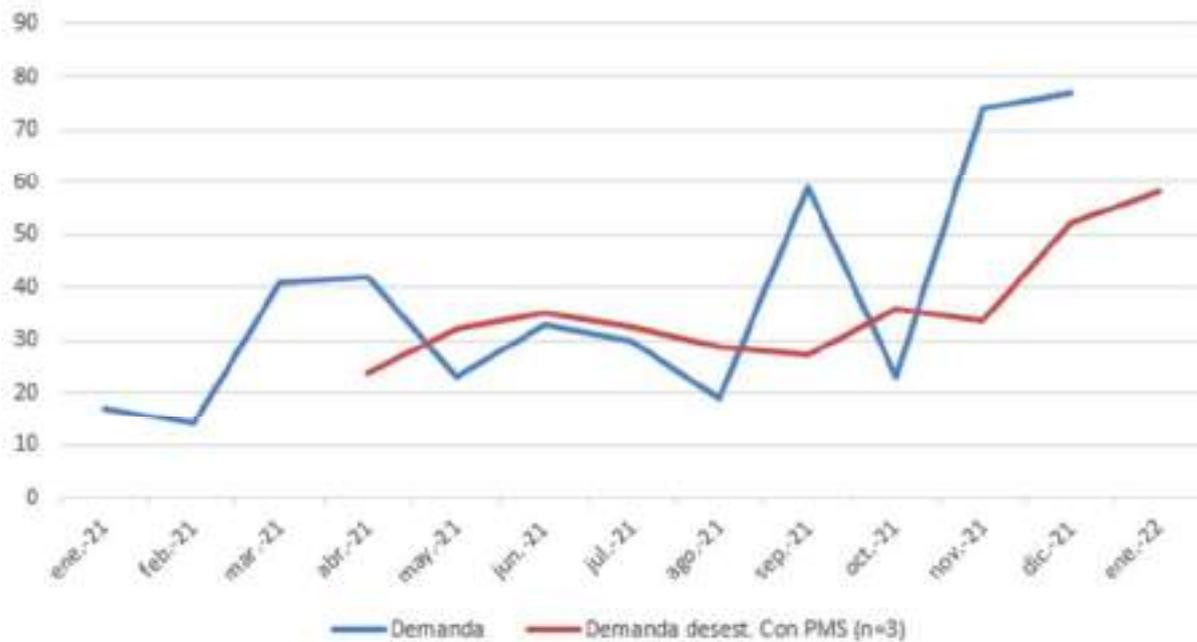


Demanda Cinta



Fuente: elaboración propia.

Demanda Eslinga



Fuente: elaboración propia.



Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Administración
**XI Muestra Académica de Trabajos de
Investigación de la Licenciatura en
Administración**



10 BIBLIOGRAFÍA

- Eppen, G. (2000). Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. México DF, México: Prentice – Hall.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Education.
- Render, B. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. México DF, México: Pearson.