

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**“Modelo econométrico de estimación de precios para la categoría preformas PET de
empresa fabricante de envases plásticos”**

Por

Juan Francisco Javier Retamal Dinamarca

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Augusto Vargas Schüler

Noviembre, 2015

Agradecimientos

A mi familia, a mis padres, hermanas, cuñado y sobrinas, quienes me han acompañado en todo este arduo camino y que con su apoyo me han entregado la motivación y confianza que me permitieron estar finalizando esta importante etapa.

A mis tatas, tíos, primos y amigos, quienes me han hecho sentir su apoyo y preocupación en cada una de las etapas que conllevó este trabajo.

Un agradecimiento especial a Rodrigo, quien estuvo en todo momento dispuesto a ayudarme y aconsejarme y me ha acompañado desde que empecé este camino universitario que gracias a él y a todo su apoyo me permite estar finalizándola a través de este trabajo de título.

A mi polola Dánae, por haber estado a mi lado en cada momento, por su comprensión, paciencia, amor, compañía y apoyo incondicional en cada etapa vivida. También agradecer a su familia que me ha hecho sentir su apoyo en estas etapas tan importantes.

A mi profesor guía quien por su disposición, exigencia y apoyo ha sido importante para la realización de este trabajo, y también a los profesores que estuvieron presentes cuando los necesité, también fueron muy importantes para que este trabajo saliera adelante.

Finalmente gracias a todos los que hicieron posible este trabajo.

Dedicatoria

A mi familia, especialmente a mis padres, quienes me han apoyado en todo momento y me han permitido llegar a donde estoy.

Índice

Glosario	9
Lista de abreviaturas y siglas.....	11
Lista de símbolos.....	12
Lista de ecuaciones.....	13
Lista de ilustraciones	14
Lista de tablas.....	15
Resumen	18
Abstract	19
Capítulo 1 Antecedentes	20
1.1 Proceso productivo y comercial.....	20
1.1.1 Indicadores productivos.....	21
1.1.1.1 Indicadores de calidad.....	23
1.1.2 Materia prima y proveedores.....	23
1.1.2.1 Proveedores de resinas	24
1.1.2.2 Proveedores de aditivos.....	28
1.2 Delimitación de objeto de estudio.....	31
1.3 Proceso productivo de las preformas PET	36
1.4 Estimación de precios en la empresa	39
1.5 Planteamiento del problema.....	43
1.6 Causas del problema	44
1.6.1 Diagrama de Ishikawa	44
1.6.2 Diagrama de Pareto	47
1.7 Estado del Arte.....	51
1.7.1 Análisis de regresión	52
1.7.1.1 Regresión lineal simple	52
1.7.1.2 Regresión lineal multivariable	53

1.7.1.3	Regresiones no lineales	53
1.7.2	Otros métodos que se ha utilizado para casos similares	54
1.8	Elección de método a utilizar.....	55
1.8.1	Análisis por matriz de decisión	56
1.8.1.1	Alternativas de decisión	56
1.8.1.2	Criterios a tomar en cuenta para la decisión	57
1.8.1.3	Comparación de las alternativas.....	57
1.9	Objetivos, resultados esperados y limitaciones	60
1.9.1	Objetivo general	60
1.9.2	Objetivos específicos.....	60
1.10	Resultado esperado	60
1.11	Limitaciones.....	61
Capítulo 2	Marco conceptual y metodología	62
2.1	Precio	62
2.2	Factores que influyen en la determinación de precios	63
2.2.1	Objetivos de la empresa.....	63
2.2.2	Costos	64
2.3	Métodos de determinación de precios.....	64
2.3.1	Determinación de precios mediante márgenes	65
2.4	Estrategias de precios.....	65
2.5	Econometría	66
2.5.1	Procedimiento econométrico general	67
2.5.2	Etapas del procedimiento econométrico general.....	69
2.5.2.1	Etapa de especificación del modelo	69
2.5.2.2	Etapa de estimación de los parámetros del modelo.....	69
2.5.2.3	Etapa de validación del modelo	70
2.5.2.4	Etapa de explotación del modelo	70

2.5.3	Regresión.....	70
2.5.3.1	Origen del término regresión.....	71
2.5.4	Regresión lineal multivariable.....	71
2.5.4.1	Construcción del modelo de regresión multivariable.....	72
2.5.5	Pruebas de hipótesis en regresión y <i>P-value</i>	74
2.5.5.1	Prueba de hipótesis sobre los coeficientes individuales de regresión	75
2.5.5.2	Prueba de significancia global de la regresión.....	75
2.5.6	Criterios para selección de modelos	76
2.5.6.1	Errores.....	76
2.5.6.2	Coefficiente de correlación múltiple	77
2.5.6.3	Coefficiente de determinación.....	77
2.5.6.4	Coefficiente de determinación ajustado	78
2.5.6.5	Criterio de información Akaike	78
2.5.6.6	Criterio de Amemiya.....	78
2.5.7	Supuestos del modelo de regresión lineal multivariable	79
2.6	Metodología.....	81
2.6.1	Consideraciones previas para la construcción del modelo	81
2.6.2	Diagrama de flujo	83
Capítulo 3	Aplicación de la metodología.....	87
3.1	Forma del modelo econométrico de costos.....	87
3.2	Datos utilizados para el modelo de predicción de costos	88
3.3	Construcción de modelos.....	89
3.3.1	Modelo para costos preformas PET clear.....	90
3.3.1.1	Modelo 1: se considera a todas las variables explicativas	90
3.3.1.2	Modelo 2: se elimina la variable IMACEC.....	91
3.3.1.3	Modelo 3: se elimina variable IPC.....	92
3.3.2	Modelo para costos preformas PET con pigmento.....	93

3.3.2.1	Modelo 1: se considera a todas las variables explicativas	93
3.3.2.2	Modelo 2: se elimina la variable IMACEC.....	94
3.3.2.3	Modelo 3: se elimina la variable USD observado.....	95
3.3.3	Modelo para costos preformas PET con aditivo UV	96
3.3.3.1	Modelo 1: se considera a todas las variables explicativas	96
3.3.3.2	Modelo 2: se elimina la variable IMACEC.....	97
3.3.3.3	Modelo 3: se elimina la variable IPC	98
3.3.3.4	Modelo 4: se elimina la variable costo aditivo UV	99
Capítulo 4	Análisis de resultados	100
4.1	Modelo de costos para preformas PET clear	100
4.1.1	Análisis modelo 1 costos preformas PET clear	100
4.1.2	Análisis modelo 2 costos preformas PET clear	101
4.1.3	Análisis modelo 3 costos preformas PET clear	101
4.1.4	Elección del modelo de costos para preformas PET clear.....	102
4.2	Modelo de costos para preformas PET con pigmento	104
4.2.1	Análisis modelo 1 costos preformas PET con pigmento	104
4.2.2	Análisis modelo 2 costos preformas PET con pigmento	105
4.2.3	Análisis modelo 3 costos preformas PET con pigmento	105
4.2.4	Elección del modelo de costos para preformas PET con pigmento	106
4.3	Modelo de costos para preformas PET con aditivo UV	109
4.3.1	Análisis modelo 1 costos preformas PET con aditivo UV	109
4.3.2	Análisis modelo 2 costos preformas PET con aditivo UV	109
4.3.3	Análisis modelo 3 costos preformas PET con aditivo UV	110
4.3.4	Análisis modelo 4 costos preformas PET con aditivo UV	111
4.3.5	Elección del modelo de costos para preformas PET con aditivo UV.....	111
4.4	Análisis de cumplimiento de supuestos	114
4.4.1	Modelo de costos preformas PET clear	114
4.4.1.1	Normalidad.....	114

4.4.1.2	No colinealidad	116
4.4.1.3	Homoscedasticidad	116
4.4.1.4	No autocorrelación	117
4.4.2	Modelo de costos preformas PET con pigmento.....	118
4.4.2.1	Normalidad.....	118
4.4.2.2	No colinealidad	119
4.4.2.3	Homoscedasticidad	120
4.4.2.4	No autocorrelación	120
4.4.3	Modelo de costos preformas PET con aditivo UV	121
4.4.3.1	Normalidad.....	121
4.4.3.2	No colinealidad	122
4.4.3.3	Homoscedasticidad	123
4.4.3.4	No autocorrelación	124
Capítulo 5	Validación de modelos.....	125
5.1	Modelo preformas PET clear.....	126
5.2	Modelo preformas PET con pigmento.....	128
5.3	Modelo preformas PET con aditivo UV	130
Capítulo 6	Conclusiones y recomendaciones	133
6.1	Conclusiones del trabajo.....	133
6.2	Recomendaciones y sugerencias.....	135
	Bibliografía	136
	Anexos	139
	Anexo 1 Variables explicativas	139
	Anexo 2 Histogramas de supuesto de normalidad	142

Glosario

Aditivo UV: aditivo añadido a los envases que contendrán un producto cuyas propiedades pueden verse afectadas por la luz UV.

Autocorrelación: el término de perturbación relacionado con una observación cualquiera, está influido por el término de perturbación de otra observación.

Heteroscedasticidad: la varianza del término de error, dadas las variables explicativas, no es constante.

Homogeneización: proceso realizado para que una mezcla presente las mismas propiedades en toda la sustancia.

Homoscedasticidad: los errores en un modelo de regresión tienen una varianza constante, condicional en las variables explicativas.

Envases Hot Fill: los envases Hot Fill se caracterizan por resistir líquidos o contenidos a altas temperaturas de llenado, hasta 89 °C.

Estimación: conjunto de técnicas que permiten dar un valor aproximado sobre una variable de interés, a partir de los datos proporcionados por una muestra.

Filial: empresa que es controlada o forma parte de una gran compañía.

Modelo econométrico: ecuación que relaciona la variable dependiente con un conjunto de variables explicativas para predecir su comportamiento.

Multicolinealidad: se refiere a una situación en la cual existe una relación lineal exacta o aproximadamente exacta entre las variables explicativas X_i .

Nivel de significancia: probabilidad de error tipo I en pruebas de hipótesis, usualmente se utiliza un nivel de significancia menor a 0,1.

P-value: es el nivel exacto de significancia. Es la probabilidad exacta de obtener el estadístico de prueba bajo la H_0 , de tal forma que si el *P-value* es considerablemente pequeño se puede rechazar la H_0 , de lo contrario no se rechaza.

Perturbación: llamado también como término de error, representa las diferencias entre el valor predicho y el valor real de la variable de interés.

Pigmento: materia prima utilizada para dar los diferentes colores a los productos.

Preforma: es una pieza de forma tubular, resultado de un proceso de inyección, la que luego es soplada para obtener una botella.

Prueba de hipótesis: prueba estadística de la hipótesis nula contra una hipótesis alternativa.

Prueba F: estadístico usado para comprobar la hipótesis de significancia global del modelo de regresión multivariable.

Prueba t: estadístico usado para comprobar la hipótesis de la significancia individual de los parámetros del modelo de regresión multivariable.

Regresión: estudio sobre la dependencia de una variable dependiente, respecto a una o más variables explicativas.

Retorno de capital empleado: es un indicador de rentabilidad que expresa el retorno que el inversor obtiene sobre los capitales empleados en un negocio.

Significancia estadística: importancia de una estimación medida por el tamaño de un estadístico de prueba.

Silo: construcción diseñada para el almacenaje.

Temperatura de transición vítrea: temperatura en la cual el polímero disminuye su densidad, dureza y rigidez.

Tolva: recipiente en forma de cono invertido, con una abertura en su parte inferior, que sirve para hacer que su contenido pase poco a poco a otro recipiente.

Variable dependiente: variable a explicar en el modelo de regresión multivariable.

Variable explicativa: en el análisis de regresión, es la variable que se usa para explicar la variación de la variable dependiente.

Lista de abreviaturas y siglas

AIC = Criterio de Akaike.

Clear = Limpio, producto sin aditivos.

FIV = Factor de inflación de varianza.

Gr. = Gramo.

IMACEC = Indicador mensual de actividad económica.

IPC = Índice de precios al consumidor.

MAPE = Media absoluta de porcentaje de error.

Pág. = Página.

PC = Coeficiente del criterio de Amemiya.

PET = Polyethylene terephthalate, polietileno tereftalato.

Pig. = Pigmento.

Pond. = Ponderación.

PP = Polipropileno.

PRB = Plastic returnable bottle, botella retornable de plástico.

Preforma PET clear = Preforma de resina PET sin aditivos.

Preforma PET PIG = Preforma de resina PET con pigmento.

Preforma PET UV = Preforma de resina PET con aditivo UV.

Punt. = Puntuación.

ROCE = Return on capital employed, retorno sobre el capital empleado.

USD = Código que representa al dólar estadounidense.

Value = Valor.

Lista de símbolos

α = Nivel de significancia.

β_0 = Coeficiente constante de la regresión.

β_i = Coeficiente de pendiente.

C = Costo.

ε_i = Perturbación o residuo.

e = Exponencial.

H_0 = Hipótesis nula.

H_1 = Hipótesis alternativa.

\ln = Logaritmo natural.

\log = Logaritmo base 10.

n = Tamaño de muestra.

R = Coeficiente de correlación múltiple.

R^2 = Coeficiente de determinación.

\bar{R}^2 = Coeficiente de determinación ajustado.

X_i = Variable explicativa.

Y_i = Variable dependiente.

Y_t = Valor observado de la variable dependiente.

\hat{Y}_t = Valor estimado de la variable dependiente.

Lista de ecuaciones

Ecuación 1.1 - Retorno de capital empleado	39
Ecuación 1.2 - Método actual de estimación de precios.....	41
Ecuación 1.3 - Regresión lineal simple	52
Ecuación 1.4 - Regresión lineal multivariable	53
Ecuación 1.5 - Modelo de regresión exponencial.....	53
Ecuación 1.6 - Modelo de regresión exponencial con logaritmo natural	54
Ecuación 1.7 - Modelo de regresión exponencial doble log.....	54
Ecuación 2.1 - Determinación de precio mediante márgenes	65
Ecuación 2.2 - Error	76
Ecuación 2.3 - Media absoluta de porcentaje de error	77
Ecuación 2.4 - Cálculo del coeficiente de determinación	77
Ecuación 2.5 - Cálculo del coeficiente de determinación ajustado	78
Ecuación 2.6 - Media para distribución normal	79
Ecuación 2.7 - Varianza para distribución normal	79
Ecuación 2.8 - Normalidad.....	79
Ecuación 2.9 - Homoscedasticidad.....	80
Ecuación 2.10 - No autocorrelación de perturbaciones	80
Ecuación 3.1 - Modelo de costo/gramo de producto	87
Ecuación 3.2 - Modelo de costo total de producto	88
Ecuación 4.1 - Modelo de costos preformas PET clear.....	103
Ecuación 4.2 - Modelo de costos preformas PET con pigmento	107
Ecuación 4.3 - Modelo de costos preformas PET con aditivo UV.....	112
Ecuación 5.1 - Forma de cálculo del precio	125
Ecuación 5.2 – Precio/gramo de producto.....	126
Ecuación 5.3 - Precio de producto.....	126

Lista de ilustraciones

Ilustración 1.1 - Proporción de proveedores por cantidad de resinas adquiridas	26
Ilustración 1.2 - Proporción de proveedores por costos en resinas	27
Ilustración 1.3 - Proporción de proveedores por cantidad de aditivos adquiridos	30
Ilustración 1.4 - Proporción de proveedores por costos en aditivos	31
Ilustración 1.5 - Etapas del proceso de producción de preformas PET	37
Ilustración 1.6 - Preforma.....	38
Ilustración 1.7 - ROCE vs resultado operacional	40
Ilustración 1.8 - Diagrama de Ishikawa.....	47
Ilustración 1.9 - Gráfica de Pareto.....	50
Ilustración 1.10 - Diagrama causa, problema e impacto	51
Ilustración 2.1 - La econometría como combinación de teorías y hechos económicos.....	68
Ilustración 2.2 - Metodología	83
Ilustración 2.3 - Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo	85
Ilustración 2.4 - Diagrama de flujo de la metodología.....	86
Ilustración 4.1 - Valor real v/s valor predicho de costo preformas PET clear	103
Ilustración 4.2 - Valor real v/s valor predicho de costo preformas PET PIG.....	108
Ilustración 4.3 - Valor real v/s valor predicho de costo preformas PET UV	113
Ilustración 4.4 - Gráfico de normalidad modelo de costos preformas PET clear.....	115
Ilustración 4.5 - Residuos v/s valores predichos modelo preformas PET clear	117
Ilustración 4.6 - Gráfico de normalidad modelo de costos preformas PET PIG	118
Ilustración 4.7 - Residuos v/s valores predichos modelo preformas PET PIG.....	120
Ilustración 4.8 - Gráfico de normalidad modelo de costos preformas PET UV.....	122
Ilustración 4.9 - Residuos v/s valores predichos modelo preformas PET UV	123
Ilustración 5.1 - Comparación de la estimación de precios para preformas PET clear.....	128
Ilustración 5.2 - Comparación de estimación de precios para preformas PET PIG.....	130
Ilustración 5.3 - Comparación de estimación de precios para preformas PET UV.....	132

Lista de tablas

Tabla 1.1 - Indicadores productivos	21
Tabla 1.2 - Costos de la empresa.....	22
Tabla 1.3 - Margen de utilidad de productos.....	22
Tabla 1.4 - Indicadores de calidad.....	23
Tabla 1.5 - Proveedores de resinas	24
Tabla 1.6 - Proporción de cantidad y costos por proveedores de resinas.....	25
Tabla 1.7 - Proveedores de aditivos y pigmentos.....	28
Tabla 1.8 - Proporción de cantidad y costos por proveedor de aditivos y pigmentos.....	29
Tabla 1.9 - Categorías de productos.....	33
Tabla 1.10 - Comparación de impacto de productos en la empresa.....	35
Tabla 1.11 - Comparación de producción de las sub categorías	35
Tabla 1.12 - Resultado operacional y ROCE presupuestado v/s real.....	42
Tabla 1.13 - Posibles causas que desencadenan el efecto	46
Tabla 1.14 - Análisis de Pareto.....	49
Tabla 1.15 - Valores de ponderación de los criterios	57
Tabla 1.16 - Puntuaciones para matriz de decisión.....	58
Tabla 1.17 - Matriz de decisión.....	59
Tabla 2.1 - Clasificación de los valores del coeficiente de determinación.....	78
Tabla 3.1 - Resumen del modelo 1 preformas PET clear.....	90
Tabla 3.2 - Anova modelo 1 preformas PET clear.....	91
Tabla 3.3 - Coeficientes de modelo 1 preformas PET clear.....	91
Tabla 3.4 - Resumen del modelo 2 preformas PET clear.....	91
Tabla 3.5 - Anova modelo 2 preformas PET clear.....	91
Tabla 3.6 - Coeficientes del modelo 2 preformas PET clear.....	92
Tabla 3.7 - Resumen modelo 3 preformas PET clear.....	92
Tabla 3.8 - Anova modelo 3 preformas PET clear.....	92
Tabla 3.9 - Coeficientes modelo 3 preformas PET clear.....	92
Tabla 3.10 - Resumen del modelo 1 preformas PET con pigmento.....	93
Tabla 3.11 - Anova modelo 1 preformas PET con pigmento.....	93

Tabla 3.12 - Coeficientes modelo 1 preformas PET con pigmento	94
Tabla 3.13 - Resumen modelo 2 preformas PET con pigmento.....	94
Tabla 3.14 - Anova modelo 2 preformas PET con pigmento.....	94
Tabla 3.15 - Coeficientes modelo 2 preformas PET con pigmento	95
Tabla 3.16 - Resumen modelo 3 preformas PET con pigmento.....	95
Tabla 3.17 - Anova modelo 3 preformas PET con pigmento.....	95
Tabla 3.18 - Coeficientes modelo 3 preformas PET con pigmento	96
Tabla 3.19 - Resumen modelo 1 preformas PET con aditivo UV.....	96
Tabla 3.20 - Anova modelo 1 preformas PET con aditivo UV.....	97
Tabla 3.21 - Coeficientes modelo 1 preformas PET con aditivo UV.....	97
Tabla 3.22 - Resumen modelo 2 preformas PET con aditivo UV.....	97
Tabla 3.23 - Anova modelo 2 preformas PET con aditivo UV	98
Tabla 3.24 - Coeficientes modelo 2 preformas PET con aditivo UV.....	98
Tabla 3.25 - Resumen modelo 3 preformas PET con aditivo UV.....	98
Tabla 3.26 - Anova modelo 3 preformas PET con aditivo UV	98
Tabla 3.27 - Coeficientes modelo 3 preformas PET con aditivo UV.....	99
Tabla 3.28 - Resumen modelo 4 preformas PET con aditivo UV.....	99
Tabla 3.29 - Anova modelo 4 preformas PET con aditivo UV	99
Tabla 3.30 - Coeficientes modelo 4 preformas PET con aditivo UV.....	99
Tabla 4.1 - Resumen de los modelos de costos para preformas PET clear	102
Tabla 4.2 - Resumen de los modelos de costos para preformas PET con pigmento	106
Tabla 4.3 - Resumen de los modelos de costos para preformas PET con aditivo UV	112
Tabla 4.4 - Pruebas de normalidad modelo preformas PET clear.....	115
Tabla 4.5 - Pruebas de colinealidad modelo preformas PET clear.....	116
Tabla 4.6 - Prueba de rachas modelo preformas PET clear.....	117
Tabla 4.7 - Pruebas de normalidad modelo preformas PET con pigmento.....	119
Tabla 4.8 - Pruebas de colinealidad modelo preformas PET con pigmento.....	119
Tabla 4.9 - Prueba de rachas modelo preformas PET con pigmento	121
Tabla 4.10 - Pruebas de normalidad modelo preformas PET con aditivo UV	122
Tabla 4.11 - Pruebas de colinealidad modelo preformas PET con aditivo UV.....	123
Tabla 4.12 - Prueba de rachas modelo preformas PET con aditivo UV.....	124

Tabla 5.1 - Estimación de precios preformas PET clear con modelo econométrico.....	126
Tabla 5.2 - Estimación de precios preformas PET clear con método sujeto a modificación ..	127
Tabla 5.3 - Estimación de precios preformas PET PIG con modelo econométrico	129
Tabla 5.4 - Estimación de precios preformas PET PIG con método sujeto a modificación ...	129
Tabla 5.5 - Estimación de precios preformas PET UV con modelo econométrico.....	131
Tabla 5.6 - Estimación de precios preformas PET UV con método sujeto a modificación	131

Resumen

Palabras claves: *modelo econométrico, preformas, regresión lineal multivariable, variables explicativas, estimación de precios, errores de estimación.*

Este trabajo de título se centra en la determinación de precios, una de las principales decisiones que hoy deben tomar las empresas si se considera el gran impacto que éste genera en sus resultados.

El proyecto desarrollado busca encontrar soluciones al problema que enfrenta una empresa fabricante de envases plásticos, relacionada al método actual de estimación de los precios de los productos y que les ha significado menores ingresos que los presupuestados.

El principal objetivo es crear un modelo econométrico de estimación de precios para la categoría preformas PET mediante la regresión lineal multivariable, basado en la información histórica de los productos.

En una primera instancia se asumió que existía dependencia de los costos de los productos con distintas variables explicativas, sin embargo, la posibilidad de que haya variables que no aporten información a los modelos es latente, por lo que mediante diferentes análisis se seleccionó a aquellas que son más influyentes y permiten que el modelo tenga una buena capacidad de predicción.

Se desarrolló tres modelos de costos, uno para cada una de las diferentes sub categorías de las preformas PET, de tal modo que fueran capaces de relacionarse con el margen de ganancia sobre las ventas determinado por la empresa, para luego poder realizar las estimaciones de los precios.

Finalmente los modelos obtenidos son validados en base a datos reales, comparando los errores obtenidos con los modelos econométricos y con el método actual de la empresa, obteniendo errores considerablemente menores con los modelos construidos, en torno al 3% v/s los errores obtenidos con el método actual en torno al 15%, por lo cual los modelos fueron validados como mejores métodos de estimación de los precios para los productos.

Abstract

Keywords: *econometric model, preforms, multiple regression, explanatory variables, estimate of prices, estimate errors*

This work is centered on the determination of prices, one of the main decisions that companies have to take today, considering the impact that this causes in their results.

This project seeks to solve the problems that a factory producing plastic containers faces. These problems are related to the method they use today to calculate the prices of the product and which has meant lower incomes.

The aim is to create an econometric model of estimating prices for the categories PET preforms with multiple regression, based on the historical information of the products.

First of all, we assumed that there were dependence on the costs of the products with different explanatory variables, nevertheless the possibility of the existence of variables which don't give information is real. So using different kinds of analysis we selected the most influential ones and then we chose the ones with the best prediction capacity.

It developed three models of costs for the different sub categories of the PET preforms, so that they were able to establish relationships with the profit margin on the sales determined by the company and then we could estimate the prices.

Finally, the models we got were validated using the real information, comparing the mistakes we found with the econometric models, and with the present model of the company. In this way the mistakes were considerably smaller with the models we made, around 3% v/s the mistakes with the present model, around 15%. For this reason, the models were validated as better methods of estimating prices for the products.

Capítulo 1 Antecedentes

La empresa se encuentra ubicada en Santiago de Chile y forma parte de una gran compañía que está compuesta por distintas filiales dedicadas a producción, venta y distribución de bebidas y alcoholes.

El desarrollo del presente trabajo se realiza en conjunto con el departamento de planificación y finanzas de la empresa, el cual facilita los datos necesarios para llevarlo a cabo.

La empresa fue creada con fines estratégicos para la compañía y está dedicada a la fabricación de envases plásticos, los cuales son botellas, preformas y tapas. Por políticas internas de la compañía, la empresa está obligada a vender la totalidad de los productos que fabrica a la filial de la compañía dedicada a la producción de néctar, gaseosas y aguas minerales, que a su vez está obligada a adquirir todos los envases para sus productos en la empresa objeto de este estudio, y no de otro proveedor.

La filial mencionada tiene diferentes líneas de producción, una ubicada en Rancagua, en la cual sólo se produce aguas minerales, y las otras líneas de producción ubicadas en Antofagasta, Santiago y Temuco, en las que se elabora el resto de los productos.

1.1 Proceso productivo y comercial

La empresa produce botellas y preformas plásticas retornables (PRB por sus siglas en inglés), botellas y preformas no retornables, las cuales se fabrica a partir de resina polietileno tereftalato (PET por sus siglas en inglés) y tapas las cuales son fabricadas de Polipropileno (PP) para las botellas de los diferentes tipos.

La empresa tiene una producción anual de botellas, preformas y tapas que está sobre las veinte mil toneladas/año. Los productos fabricados tienen diferentes formatos, variando en tamaño principalmente y en otras características como productos con pigmento y productos clear (sin pigmento), como se muestra a continuación.

1.1.1 Indicadores productivos

En primer lugar, habiendo determinado son los productos que fabrica la empresa, es importante poder distinguirlos, para lo cual por los análisis preliminares se ha diferenciado tres grupos de productos principales los cuales son botellas, preformas y tapas, para ello, posteriormente se realizará diferentes distinciones dependiendo del grupo de productos.

La Tabla 1.1 presenta los tipos de productos que fabrica la empresa, la cantidad de diferentes formatos para cada producto principal (botellas, preformas y tapas), la producción total y los ingresos totales anuales provenientes de cada uno.

Tabla 1.1 - Indicadores productivos

Producto	Número de formatos distintos	Producción (T¹/año)	Ingresos (M\$/año)
Botella	83	6.877	11.504.655
Preformas	69	15.753	20.765.140
Tapas	87	1.623	3.962.665
Total		24.253	36.232.460

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

En la Tabla 1.1 se puede observar que existe una gran cantidad de formatos distintos para las botellas, las preformas y las tapas, esto debido a que los productos que elabora la otra filial, requieren de diferentes características en cuanto a los envases.

Los principales costos en que incurre la empresa se encuentran en la Tabla 1.2, en la cual se presentan los costos directos de fabricación de las botellas, preformas y tapas, los costos indirectos de fabricación y los gastos de administración y ventas.

¹ Toneladas

Tabla 1.2 - Costos de la empresa

Tipo de costo	Costos (M\$/año)
Costos directos de botellas	6.710.576
Costos directos de preformas	13.572.605
Costos directos de tapas	3.044.163
Costos indirectos	10.490.732
Gastos de administración y ventas	1.869.287
Total costos	35.687.363

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

En la Tabla 1.2, se puede observar que la empresa tiene un costo total anual sobre los 35 mil millones de pesos, y adicionalmente se puede observar que las preformas son las que representan el mayor costo, teniendo sobre los 13 mil millones de pesos al año.

La Tabla 1.3 muestra el margen de utilidad que genera cada uno de los grupos de productos que son fabricados por la empresa.

Tabla 1.3 - Margen de utilidad de productos

Producto	Ingresos de explotación (M\$)	Costos directos (M\$)	Margen de utilidad (M\$)
Botellas	11.504.655	6.710.576	4.794.089
Preformas	20.765.140	13.572.605	7.192.535
Tapas	3.962.665	3.044.163	918.502
Total	36.232.460	23.327.344	12.905.126

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

De la Tabla 1.3, se puede observar que el margen de utilidad que obtiene la empresa anualmente está cercano los 13 mil millones de pesos, sólo habiéndole descontado a los ingresos los costos directos de cada grupo de producto. Adicionalmente se puede observar que son las preformas las que generan mayor cantidad de ingresos para la empresa.

1.1.1.1 Indicadores de calidad

Para estar de acuerdo a los estándares de calidad fijados por la empresa, se realizan diferentes pruebas para monitorear su cumplimiento.

Para realizar las pruebas se efectúan mediciones aleatorias por lotes de producción para lo cual los productos son sometidos principalmente a pruebas de color, fisura y de resistencia.

La Tabla 1.4 presenta los indicadores de calidad principales para los grupos de productos, representados como porcentaje de retención del total de producción:

Tabla 1.4 - Indicadores de calidad

Indicadores de calidad	(%)
Retención de botellas	1,25
Retención de preformas	1,30
Retención de tapas	1,00

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

De la Tabla 1.4 se puede observar que los porcentajes de retención de productos tras ser sometidos a las pruebas de calidad superan levemente el 1%.

1.1.2 Materia prima y proveedores

Debido a las diferentes características de los productos que fabrica la empresa, ésta debe adquirir diferentes materias primas, por un lado se encuentra a las resinas, como polipropileno y resina PET, y por otro lado se encuentra a los aditivos, ya sea aditivo UV o los diferentes pigmentos que son utilizados para los productos.

A fin de saber cuál o cuáles son los proveedores que mayor impacto tienen respecto a las diferentes materias primas, la empresa realiza distinciones entre proveedores de resinas y proveedores de aditivos, que para fines de análisis de cada uno, se realizó una comparación en términos de costos y en términos de cantidades adquiridas, comparaciones que se muestra a continuación.

1.1.2.1 Proveedores de resinas

La Tabla 1.5 presenta los proveedores de la empresa para los diferentes tipos de resinas que utiliza para la fabricación de los productos.

Tabla 1.5 - Proveedores de resinas

Proveedor	Materia Prima
Actega DS GMBH	<i>Polyliner</i>
China Resources Packaging Mate	Resina HF
Distribuidora y Comercial Poly	Resina PET
Envases CMF S.A.	Resinas PRB, PET, polipropileno
Indorama Ventures Polimers Mexico	Resina PRB
Ineos Commercial Services UK	Polietileno
Ineos Sales UK Limites	Polietileno
Jiangyin Xinggyu New Material	Resina PET
Petroquim S.A.	Polipropileno
Polipropileno del Caribe S.A.	Polipropileno
Polyfibra S.A.	Polipropileno
Sanchez y Cia. Ltda.	Resina PET
Stronger Ltda.	Resina PET
Toyota Tsusho Corporation	Resina PET

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

Los proveedores de las resinas presentados en la Tabla 1.5 provienen principalmente del extranjero y se pueden reconocer los diferentes tipos de resinas adquiridas para la fabricación de los productos. La Tabla 1.6 da los porcentajes del total en cantidad y costo de las resinas adquiridas de parte de los diferentes proveedores.

Tabla 1.6 - Proporción de cantidad y costos por proveedores de resinas

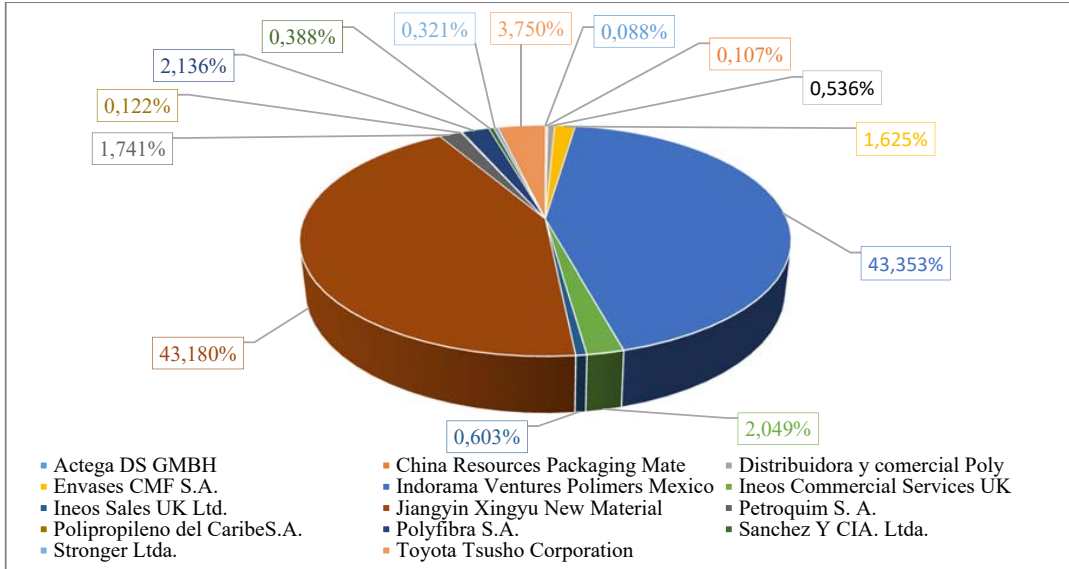
Proveedores de resinas	Cantidad (%)	Costos (%)
Actega DS GMBH	0,088	3,974
China Resources Packaging Mate	0,107	0,433
Distribuidora y Comercial Poly	0,536	0,961
Envases CMF S.A.	1,625	36,598
Indorama Ventures Polimers Mexico	43,353	18,032
Ineos Commercial Services UK	2,050	5,802
Ineos Sales UK Ltd.	0,603	1,619
Jiangyin Xingyu New Material	43,180	9,268
Petroquim S.A.	1,741	8,819
Polipropileno del Caribe S.A.	0,122	0,600
Polyfibra S.A.	2,136	9,161
Sanchez y Cía. Ltda.	0,388	1,926
Stronger Ltda.	0,321	1,402
Toyota Tsusho Corporation	3,750	1,405
Total	100,000	100,000

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

En la Tabla 1.6 se observa que el proveedor de resinas que mayor proporción tiene en las cantidades adquiridas es *Indorama Ventures Polimers Mexico*, y el proveedor que mayor proporción posee en los costos totales en resinas es *Envases CMF S.A.*

La Ilustración 1.1 y la Ilustración 1.2, muestran los gráficos correspondientes a las cantidades y costos, de forma de visualizar de mejor manera las proporciones que representa cada proveedor del total de cantidad y de costos de las materias primas.

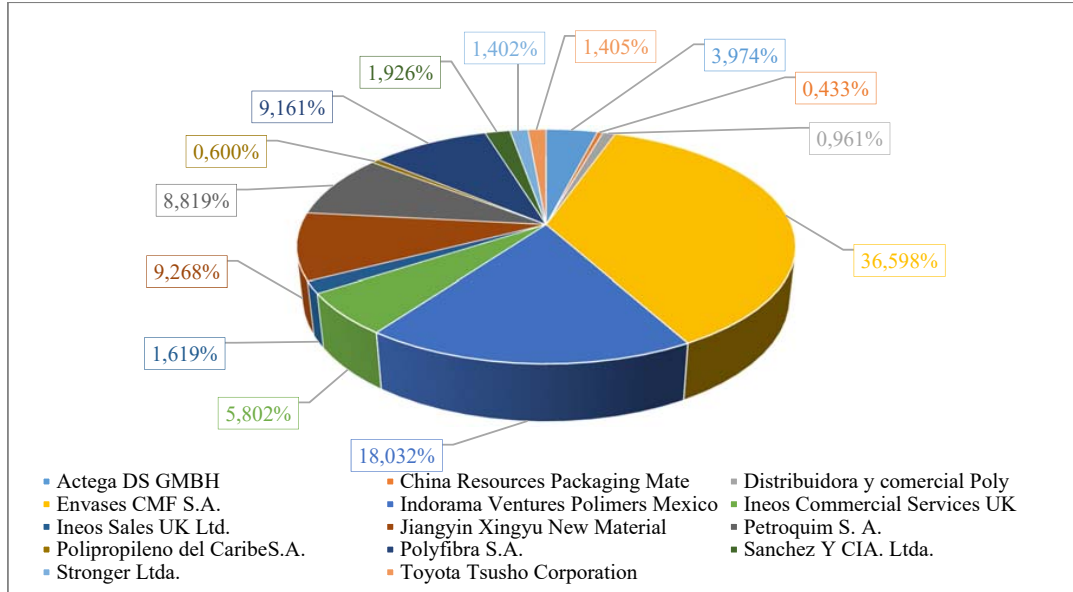
Ilustración 1.1 - Proporción de proveedores por cantidad de resinas adquiridas



Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 1.1, se puede observar a los diferentes proveedores respecto a las proporciones de resinas que se adquiere a cada uno de ellos. En esta se puede apreciar que existen dos proveedores que en conjunto abarcan un 86,533% del total de las resinas que se adquieren siendo los más importantes, estos son *Indorama Ventures Polimers Mexico*, con un 43,353% y *Jiangyin Xingyu New Material*, que se queda con un 43,18%.

Ilustración 1.2 - Proporción de proveedores por costos en resinas



Fuente: elaboración propia.

A partir de la Ilustración 1.2 se puede apreciar que los proveedores que abarcan la mayor cantidad de costos en las diferentes resinas no son los mismos que los que representaban la mayor proporción en cantidad, siendo así *Envases CMF S.A.* el proveedor que mayor proporción de costos en resinas representa, abarcando un 36,598% de los costos totales.

1.1.2.2 Proveedores de aditivos

La Tabla 1.7 muestra los diferentes proveedores con los que cuenta la empresa para la adquisición de pigmentos y aditivos necesarios para los productos que fabrica.

Tabla 1.7 - Proveedores de aditivos y pigmentos

Proveedores	Materia prima
Ampacet Chile Ltda.	Pigmentos
Clariant Colorquímica Chile Ltda.	Pigmentos
Colormatrix do Brasil Ind.	Pigmentos y aditivos UV
Colormatrix Mexico S.A.	Aditivo UV
Effulgent International Group	Pigmentos
Holland Colours Americas Inc.	Pigmentos
Kuanyeh Enterprises Co. Ltd.	Pigmentos
Marzullo S.A.	Pigmentos
Meura S.A.	Pigmentos
Piacentini Chile Ltda.	Pigmentos

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

Tras haber realizado el reconocimiento de los proveedores para la adquisición de aditivos y pigmentos de los productos que fabrica la empresa. La Tabla 1.8 muestra los porcentajes de cantidad y costos que abarca cada proveedor, para realizar posteriormente comparaciones sobre los proveedores más importantes de la empresa para las materias primas mencionadas.

Tabla 1.8 - Proporción de cantidad y costos por proveedor de aditivos y pigmentos

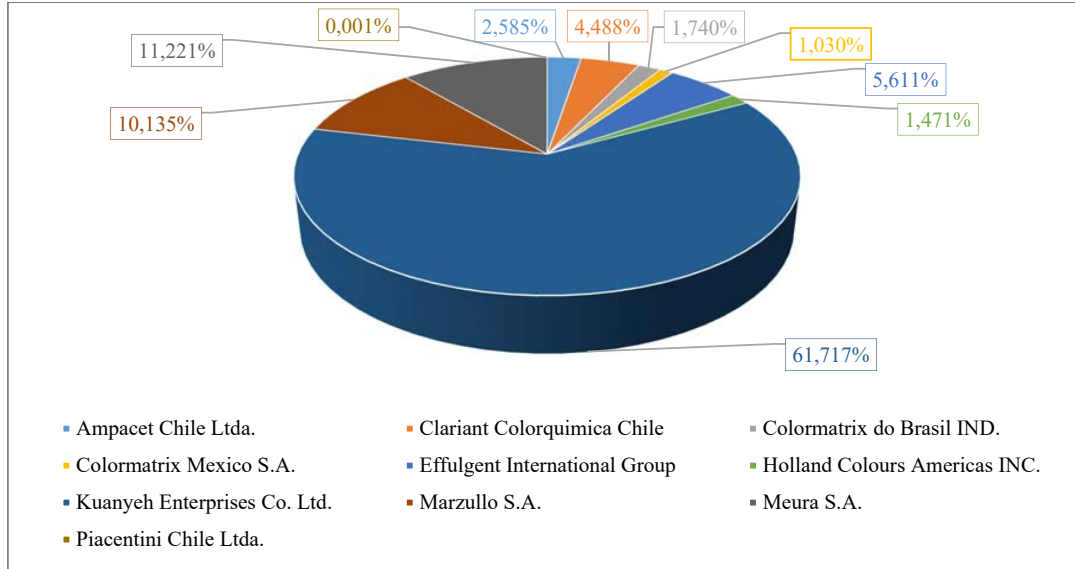
Proveedores	Cantidad (%)	Costos (%)
Ampacet Chile Ltda.	2,585	5,708
Clariant Colorquimica Chile	4,488	6,093
Colormatrix do Brasil IND.	1,740	22,355
Colormatrix Mexico S.A.	1,031	18,943
Effulgent International Group	5,611	0,045
Holland Colours Americas INC.	1,471	14,617
Kuanyeh Enterprises Co. Ltd.	61,717	0,530
Marzullo S.A.	10,135	30,472
Meura S.A.	11,221	0,106
Piacentini Chile Ltda.	0,001	1,131
Total	100,000	100,000

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

En la Tabla 1.8 se observa que el proveedor de aditivos y pigmentos que mayor proporción tiene en las cantidades adquiridas es *Kuanyeh Enterprises Co. Ltd.* Y el proveedor que mayor proporción posee en los costos totales de aditivos y pigmentos es *Marzullo S.A.*

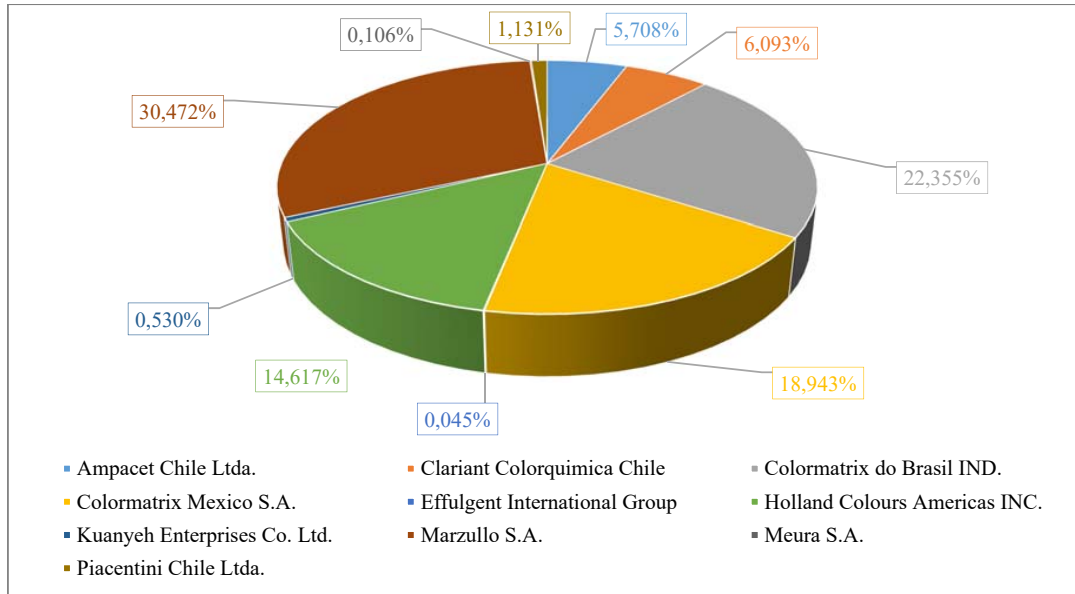
Para visualizar de mejor manera la información presente en la Tabla 1.8, se presenta la Ilustración 1.3 y la Ilustración 1.4, las que tienen los gráficos correspondientes a las proporciones de los proveedores en cantidad de materia prima y las proporciones de los proveedores en términos de costos de las materias primas, esto ayudará a que se observe de mejor manera quienes son los que tienen un mayor impacto en cada uno.

Ilustración 1.3 - Proporción de proveedores por cantidad de aditivos adquiridos



Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 1.3 se puede observar que existe un proveedor que posee el mayor porcentaje en cantidad de aditivos adquiridos superando ampliamente al resto, este es *Kuanyeh Enterprises Co. Ltd.* quien abarca un 61,717% de la cantidad total de compras de pigmentos y aditivos.

Ilustración 1.4 - Proporción de proveedores por costos en aditivos

Fuente: elaboración propia.

A partir de la Ilustración 1.4 se puede apreciar que las proporciones de los proveedores en términos de los costos totales de los aditivos y pigmentos, no son los mismos que para las proporciones de cantidad, y en esta nueva comparación se observa que la distribución es diferente a la anterior, siendo las diferencias en proporción más estrechas. Para este caso el proveedor que abarca la mayor proporción de costos es *Marzullo S.A.*, obteniendo un 30,472% de los costos totales en aditivos y pigmentos.

1.2 Delimitación de objeto de estudio

La empresa fabrica una gran cantidad de productos, para lo cual es muy importante saber cómo estos se diferencian o se agrupan, y así poder visualizarlos de mejor manera y con ello también lograr realizar posteriormente un mejor análisis por productos o grupo de productos.

Para poder saber sobre los tipos de productos, las cantidades de formatos distintos y cómo se agrupan, fue necesario recopilar información a través del departamento de planificación

y finanzas de la empresa quienes fueron los que facilitaron los datos para poder adentrarse y poder conocer los procesos productivos de la empresa.

En primer lugar, los productos fabricados están separados en tres grupos principales, los cuales son botellas, preformas y tapas, pero como se mencionó previamente los productos fabricados tienen diferentes características, por lo que es necesario realizar clasificaciones más profundas para poder tener una buena visualización de estos.

Es por lo anterior que la empresa clasifica los productos por grupo, y en estos, ha realizado un análisis acerca de las características similares existentes en los distintos formatos que son fabricados en la empresa, quedando clasificados de la siguiente manera.

En primer lugar, para el grupo de productos de las botellas hay 83 formatos distintos, dentro de las principales características que diferencian a los formatos, es que unas son botellas desechables, otras son retornables y otras son botellas Hot Fill (HF) que son destinadas para productos llenados en caliente.

Ya habiendo definido estas categorías, dentro de ellas también existen características que permiten agrupar los productos en sub categorías que para el caso de las botellas desechables, desde ahora en adelante denominadas botellas PET (por la resina con la que se fabrican), hay botellas PET con pigmento, botellas PET clear con UV y botellas PET clear (sin aditivos).

Para el caso de las botellas retornables, denominadas botellas PRB, también los productos cuentan con diferencias con las cuales se pueden agrupar en subcategorías, para ello se diferenciará en botellas PRB clear y botellas PRB con pigmento.

Las botellas Hot Fill tienen sólo un tipo de productos, que son botellas Hot Fill clear.

Para las preformas hay 69 formatos distintos, por lo cual la empresa hace el mismo análisis que para las botellas. Si bien el número de formatos distintos es menor que en las botellas, las características principales que las diferencian son las mismas que para estas últimas, por lo que se dividen en las mismas categorías (PET, PRB y HF) y las sub categorías señaladas anteriormente para las botellas, vale decir, para la categoría de preformas PET, existe la sub categoría preformas PET clear con UV, preformas PET con pigmento y preformas PET clear.

Para las preformas PRB, existe la sub categoría preforma PRB clear y con pigmento.

Y finalmente para las preformas HF, la sub categoría existente es la preforma HF clear.

La Tabla 1.9 presenta la información mencionada, los tipos de productos, categorías y sub categorías para las botellas y para las preformas.

Tabla 1.9 - Categorías de productos

Producto	Categorías	Sub categorías
Botellas	PET	Clear
		Clear con UV
		Con pigmento
	PRB	Clear
		Con pigmento
	HF	Clear
Preformas	PET	Clear
		Clear con UV
		Con pigmento
	PRB	Clear
		Con pigmento
	HF	Clear

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

De la Tabla 1.9 se aprecia que las tapas son las que tienen más formatos distintos, esto principalmente porque van asociadas al diseño que poseen los diferentes productos de la otra filial, sin embargo no poseen diferencias sustanciales, teniendo por ejemplo 82 formatos el mismo gramaje, por lo que la empresa no ha definido sub categorías para las tapas.

Ya habiendo conocido los productos que son fabricados por la empresa y sus categorías con las sub categorías correspondientes, para la realización de los análisis posteriores que tendrán lugar en este trabajo, se debe considerar aquella categoría más relevante para la empresa.

Para ello en primer lugar se debe considerar la diferencia principal que existe entre una botella y una preforma, esta última es una pieza inyectada de forma tubular o de forma de tubo

de ensayo que sirve de estado intermedio para obtener una botella terminada, que para poder obtenerla, la preforma es sometida a un proceso de soplado.

Es por lo anterior que la principal diferencia existente entre ambas es el tamaño, lo cual se hace fundamental sobre todo a los niveles de producción que tiene la empresa, en donde el menor tamaño de las preformas se transforma en una ventaja tanto en el transporte como en el almacenamiento, ya que al utilizar menos volumen, transportar preformas es más económico que el transporte de las botellas.

Adicionalmente, los volúmenes de producción aumentan año a año y el espacio de bodega es finito, ya que el espacio actual que posee la empresa no se puede aumentar, esto hace necesario que los procesos de soplado los realice la otra filial (la que adquiere los productos), ya que al realizarlo la empresa, le resta capacidad de almacenaje debido al espacio que utilizan las botellas frente a las preformas.

Es por lo anterior que la filial que adquiere los productos de la empresa ya tiene considerado adquirir los sopladores en sus procesos de producción, con la finalidad de hacer más eficiente los procesos y los costos de transporte.

Otro punto a considerar es que las preformas actualmente son el principal ingreso y costo para la empresa, y está planificado que esto aumente debido a que la empresa debería realizar cada vez menos procesos de soplado para obtener botellas.

Por lo anterior se puede concluir que los productos que tienen mayor impacto en la empresa, y que son los productos a los que se están enfocando las políticas actuales, son las preformas.

A partir de la información descrita en los puntos anteriores, se realizó, a modo de comparación, la Tabla 1.10 que respalda lo dicho anteriormente y permite visualizar los diferentes grupos de productos. En ésta se encuentra el nivel de producción anual en toneladas, los costos directos y los ingresos para cada grupo.

Tabla 1.10 - Comparación de impacto de productos en la empresa

Productos	Volumen de producción		Costos directos		Ingresos	
	T/año	%	M\$/año	%	M\$/año	%
Botellas	6.877	28,36	6.710.576	28,77	11.504.655	31,75
Preformas	15.753	64,95	13.572.605	58,18	20.765.140	57,31
Tapas	1.623	6,69	3.044.163	13,05	3.962.665	10,94
Total	24.253	100,00	23.327.344	100,00	36.232.460	100,00

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

Como se muestra en la Tabla 1.10, las preformas son los productos que mayor impacto tienen en el volumen de producción abarcando un 64,95% de la producción total, teniendo un 58,18% de los costos directos totales y un 57,31% de los ingresos totales que se generan por los productos, lo que concuerda con lo dicho anteriormente. Tras esto se toma la decisión de que el grupo de productos de las preformas es el grupo que mayor impacto general tiene en la empresa.

Habiendo determinado que las preformas son las que tienen un mayor impacto en la producción, ingresos y costos, y además son los productos a los que apuntan las políticas actuales de la empresa, la siguiente decisión está relacionada con escoger con cuál de las sub categorías de las preformas se trabajará, tomando en cuenta para esta decisión los datos recopilados sobre el nivel de producción de cada sub categoría.

A continuación se muestra la Tabla 1.11 en la que se comparan las sub categorías a partir del nivel de producción que tiene cada una.

Tabla 1.11 - Comparación de producción de las sub categorías

Sub categorías	Volumen de producción	
	T/año	%
HF	5.460	34,66
PET	10.088	64,04
PRB	205	1,30
Total	15.753	100,00

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

Como se presenta en la Tabla 1.11, la sub categoría que mayor impacto tiene en el volumen de producción de las preformas fabricadas por la empresa, es la sub categoría de las preformas PET, abarcando un 64,04% de la producción total anual, seguida de las preformas HF con un 34,66% y finalmente las preformas PRB que se quedan con un 1,30% del volumen total de las preformas producidas.

A raíz de lo expuesto anteriormente se decidió que la sub categoría con la que se trabajará para los análisis de las etapas posteriores, será el de las preformas PET.

1.3 Proceso productivo de las preformas PET

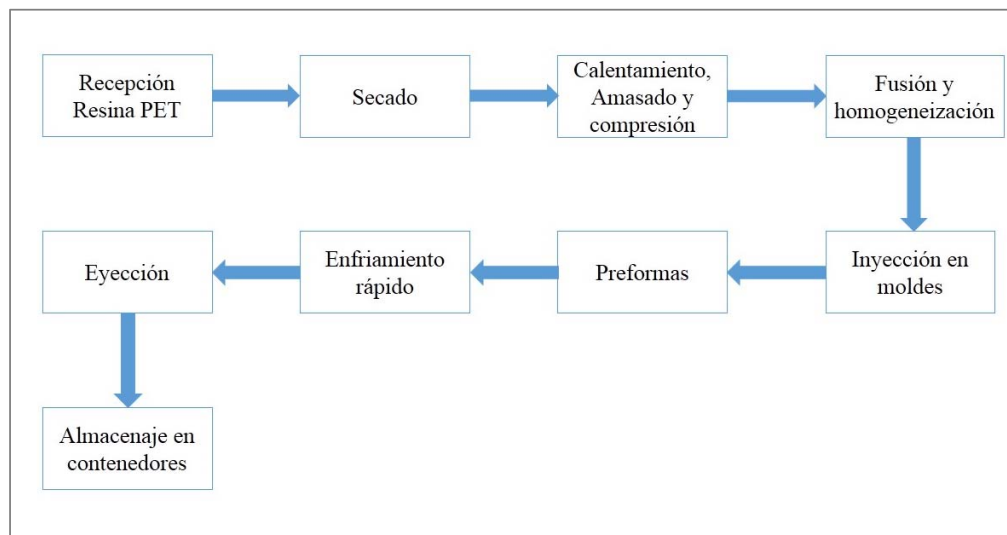
La preforma es una pieza inyectada fabricada con resina PET de forma tubular o de forma de tubo de ensayo que es sometida a un proceso de soplado para obtener una botella terminada.

Para fabricar las preformas se utiliza el moldeo por inyección, obteniendo las preformas con forma cilíndrica y con la boquilla completamente terminada, la cual servirá posteriormente para que el molde de soplado sujete firmemente la pieza desde esta y que al incrementar su temperatura para ser soplada, la preforma adquiera la forma del molde como botella terminada.

La gran ventaja de la preforma, es que esta se puede inyectar y almacenar, adicionalmente se puede producir de diferentes colores y tamaños, y se puede fabricar en lugares distintos que donde se les hará el soplado para obtener las botellas terminadas. Las preformas ofrecen la estabilidad suficiente para ser sopladas a altas velocidades, según la demanda requerida.

El proceso para producir las preformas consta de varias etapas, las que son presentadas en la Ilustración 1.5.

Ilustración 1.5 - Etapas del proceso de producción de preformas PET



Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

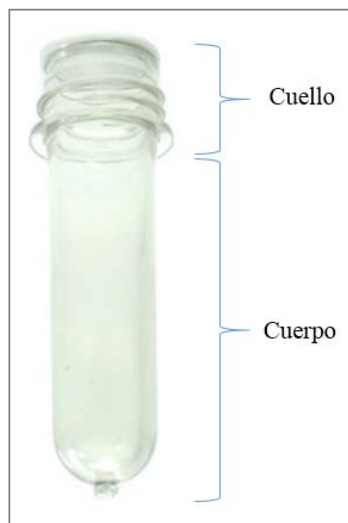
A continuación se explican las etapas que comprenden el proceso de producción de preformas PET que se presentó en la Ilustración 1.5:

1. El proceso parte con la recepción de la resina PET, que es traída en camiones tolva, y depositada en los silos.
2. Posteriormente la resina PET es sometida a la etapa de secado, en la cual la resina es depositada en una tolva en la cual se seca la resina por medio del secado por contacto directo aproximadamente durante cinco horas a una temperatura de 165°C.
3. Luego el material es pasado a la etapa de calentamiento en donde el material es sometido a temperaturas aproximadamente de 275°C, donde adicionalmente se realiza el amasamiento y la compresión del material.
4. Posteriormente, en la etapa de fusión y homogeneización del PET, se hace que la mezcla presente las mismas propiedades en toda la sustancia.
5. A continuación se inyecta el fundido en un molde que tiene el aspecto de un tubo de ensayo con la boca roscada, la cual será parte del acabado final y precisa una tolerancia estricta.
6. Tras haber inyectado el fundido en el molde, se obtienen las preformas.

7. Luego de obtenidas las preformas estas son transportadas, donde son enfriadas rápidamente.
8. Posteriormente las preformas son eyectadas, en donde tienen un proceso de refrigeración en el exterior del molde.
9. Y finalmente las preformas son almacenadas en un contenedor.

En la Ilustración 1.6 en la cual se puede apreciar las partes principales de una preforma:

Ilustración 1.6 - Preforma



Fuente: empresa.

- El cuello es definido durante la fase de inyección y sus dimensiones no cambian durante el calentamiento ni en el estirado/soplado.
- El tamaño, el peso, el espesor del cuerpo y el dibujo de la preforma son parámetros muy importantes para soplar correctamente el producto.

La calidad de las botellas que se obtendrá, depende de la calidad de la preforma, con una buena preforma las características de las botellas depende principalmente de:

- Perfil de calentamiento.
- Temperatura de preforma.
- Relación estirado/pre soplado/soplado.

La formación de las botellas, se hace por medio del proceso de soplado, para ello las preformas se someten a calentamiento, esto consiste en lo siguiente:

- Las preformas deben absorber calor, para ello deben desfilarse frente a un conjunto de lámparas infrarrojas.
- La temperatura adquirida por la preforma debe ser mayor a la temperatura de transición vítrea.
- El calentamiento deberá ser el adecuado para que la preforma se logre estirar correctamente en la etapa de soplado, con el cual se obtendrá la botella terminada.

1.4 Estimación de precios en la empresa

La empresa tiene fines estratégicos por lo que no debe generar más utilidades de las que se tiene presupuestado que genere, y estar acorde a las utilidades exigidas, la compañía para ello utiliza el retorno de capital empleado (ROCE, por sus siglas en inglés) el cual será el punto de referencia que debe tener la empresa para generar las utilidades.

El ROCE es una razón financiera que compara el beneficio o resultado operacional obtenido por la empresa en relación a la inversión realizada, en otras palabras el ROCE sirve para medir la cantidad ganada o perdida en una inversión que se expresa como porcentaje de la inversión. Para la empresa el ROCE es fijado por el directorio de la compañía y es una decisión de carácter confidencial, no obstante, lo que se quiere lograr con el ROCE estratégico es conseguir que ambas filiales, tanto la empresa como la filial que compra los productos, logren obtener la utilidad justa para ambas.

El ROCE ha sido establecido por el directorio en un 8%, para lo cual la empresa deberá tomar las decisiones respectivas para poder adecuarse a él.

A continuación se muestra la Ecuación 1.1 con el cálculo del ROCE:

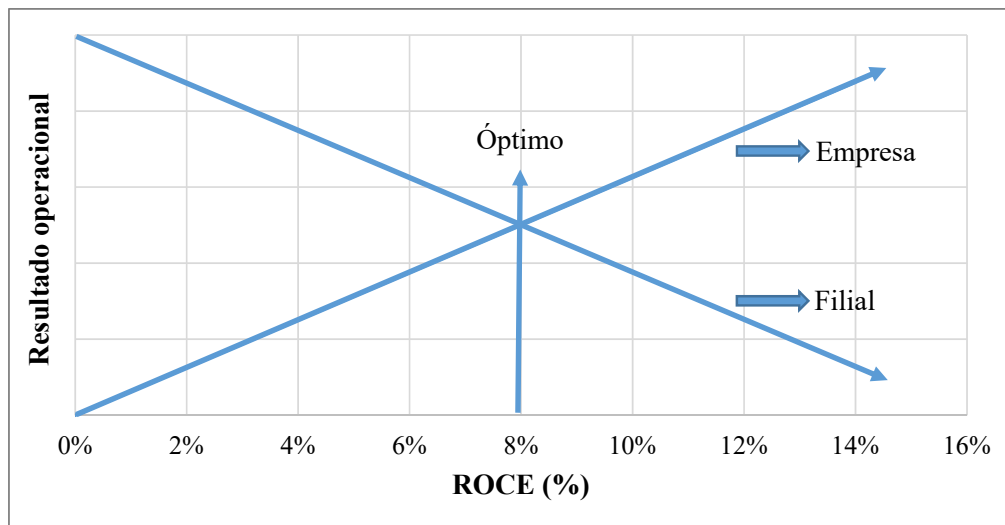
$$ROCE = \frac{\text{Resultado operacional}}{\text{Capital Empleado}}$$

Ecuación 1.1 - Retorno de capital empleado

De la Ecuación 1.1 se aprecia que el ROCE entonces dependerá tanto del capital empleado, como del resultado operacional de la empresa, sin embargo el capital empleado es fijo y también determinado por la compañía, por lo que la empresa no tiene incidencia en él, pero sí tiene incidencia en el resultado operacional, por lo cual la empresa deberá adecuar el resultado operacional de manera que esté acorde al 8% del ROCE y esto lo lleva a cabo mediante la determinación de los precios.

Como se mencionó anteriormente, aparte de establecer el rendimiento sobre los activos, la finalidad que tiene la determinación del ROCE por parte de la compañía es lograr que tanto la empresa en estudio como a la filial que compra sus productos, obtenga una utilidad justa. La Ilustración 1.7 presenta la importancia que la empresa opere conforme al ROCE establecido, y los efectos que conlleva el no cumplimiento de este.

Ilustración 1.7 - ROCE vs resultado operacional



Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

En la Ilustración 1.7 se puede observar el comportamiento que tiene el resultado operacional respecto a los diferentes porcentajes de ROCE para ambas filiales, en donde “Empresa” se refiere a la empresa en estudio y “Filial”, se refiere a la otra filial de la compañía a la cual la empresa vende los productos.

Se puede observar que a mayor ROCE, mayor es el resultado operacional de la empresa y menor el de la filial, y que a menor ROCE, menor el resultado operacional de la empresa y mayor el de la filial.

El comportamiento que tiene el resultado operacional para la empresa y para la filial es inverso, esto debido a que, como se mencionó anteriormente, el ROCE está en función del resultado operacional y el capital empleado, y a su vez el resultado operacional dependerá del nivel de precios de los productos fabricados por la empresa, es por ello que se puede inferir que ante un mayor nivel de precios de los productos, mayor será el resultado operacional al tener un mayor nivel de ingresos por los productos, sin embargo ese mayor nivel de ingresos para la empresa, significan un mayor nivel en costos para la filial, lo que significa que obtienen un menor resultado operacional.

Es por lo anterior que el hecho de que la empresa tenga que operar conforme al ROCE establecido adquiere importancia, ya que el no hacerlo significa que no estaría obteniéndose el nivel óptimo de utilidades para ambas filiales. Junto con ello es que se hace relevante la correcta determinación de los precios debido a los efectos que estos tienen en el resultado operacional y consiguientemente en el ROCE.

La empresa para poder determinar los precios para los diferentes productos hace uso de una expresión matemática que considera los diferentes factores o variables que afectan los productos, tales como los costos fijos, los gramajes de los productos y los costos en materia prima. Este modelo fue construido aproximadamente hace 10 años en la empresa y es el que opera hasta la actualidad.

La Ecuación 1.2 presenta la expresión utilizada por la empresa para la determinación de los precios de los productos fabricados.

$$Precio = (Cf + Cp \times (gramos - 19)) \times \left(\frac{Valor\ UF}{Dólar\ observado} \right) + (gramos \times Cmp)$$

Ecuación 1.2 - Método actual de estimación de precios

Donde, Cf: costo fijo de fabricación, expresado en $\frac{\$}{unidad}$.

Cp: coeficiente pivote para ajustar los precios, el cual se relaciona y/o modifica para llegar al capital empleado, expresado en $\frac{\$}{\text{gramos}}$.

Gramos: se refiere a la cantidad de gramos del producto al que se le estimará el precio.

Uf/Dólar observado: este cociente permite relacionar como varían los ingresos y los costos, debido a que se comercializa en pesos chilenos pero la materia prima se compra en dólares.

Cmp: costo de materia prima, resina, pigmento y/o aditivo UV, expresado en $\frac{\$}{\text{gramos}}$.

Ya conociendo cómo se determinan los precios actualmente, se realizó una comparación entre el resultado operacional con los precios presupuestados que debería haber tenido la empresa para estar acorde al ROCE, y el resultado operacional que obtuvo realmente tras haber estimado los precios con el método actual utilizado por la empresa. Estos datos son los correspondientes al año 2014 y se presentan en la Tabla 1.12 que se muestra a continuación:

Tabla 1.12 - Resultado operacional y ROCE presupuestado v/s real

	Con precios presupuestados	Con precios estimados con método actual	Diferencia (%)
Resultado operacional	2.504.919 (M\$)	1.752.513 (M\$)	-30,04
ROCE	8,00%	5,60%	-30,00

Fuente: elaboración propia en base a información entregada por el departamento de planificación y finanzas.

A partir de la Tabla 1.12 se puede observar que existe una diferencia entre el resultado operacional, con los precios presupuestados por la empresa para estar acorde el ROCE, y el resultado operacional utilizando los precios estimados por el método actual de la empresa. La diferencia fue de un -30,04%, con lo cual el ROCE conseguido con los precios estimados fue aproximadamente de un 5,6% siendo un 30% menor que el ROCE exigido, esto se traduce en que la empresa percibió menores ganancias que las que la compañía les ha exigido, y ha subvencionado a la filial compradora.

1.5 Planteamiento del problema

Como la empresa tiene fines estratégicos para la compañía, debe operar acorde a los objetivos estratégicos que son determinados por su directorio.

Es por lo anterior que el directorio ha fijado un Retorno de Capital Empleado (ROCE por sus siglas en inglés), de un 8% para la empresa. La empresa para poder estar acorde al ROCE establecido, debe hacer un buen manejo de los precios, de tal forma que el ROCE obtenido no sobrepase el exigido por la compañía, pero que tampoco quede por debajo de éste.

Para dar cumplimiento a ello, la empresa establece confidencialmente márgenes estimados de ganancia sobre las ventas para poder estar acorde al ROCE exigido, no obstante dicho margen no se ha visto reflejado correctamente en los resultados actuales de estimación de precios al utilizar el método que opera actualmente en la empresa, obteniendo diferencias entre los precios presupuestados con dicho margen y los precios estimados.

El método de estimación de precios utilizado por la empresa, tiene aproximadamente 10 años de uso y si bien captura los costos de la materia prima, hay otros coeficientes que actualmente no se sabe si están correctamente fijados. Desde el momento en que se hizo el modelo de precios que opera y hasta la actualidad, ha rotado gente y tampoco existe un respaldo que permita poder modificar y conocer con exactitud los coeficientes empleados para la obtención del modelo, por lo que está causando problemas en la determinación de los precios de los productos que fabrica la empresa.

Esto ha llevado a que el modelo aparentemente no está determinando los precios adecuados que estén acorde al objetivo estratégico, por lo que tienen que estar constantemente manipulando los precios con el fin de ajustarlos a la realidad, sin embargo esto no les ha resultado eficiente, ya que el no poder fijar los precios adecuados, ha provocado a la empresa alejarse del ROCE exigido, que para el caso del año 2014 como se muestra en la Tabla 1.12, la empresa obtuvo ganancias menores a las presupuestadas, teniendo aproximadamente un 5,6% de ROCE.

La empresa tiene un fin estratégico, por lo que debe ser estratégicamente conveniente para la otra filial de la compañía que es la que adquiere los productos fabricados por la empresa

y generar las utilidades propias para la empresa acorde al ROCE. Dado el problema que posee el modelo de precios actual, como se mencionaba anteriormente, no se está cobrando el precio adecuado al ROCE establecido, lo que para el año 2014 significó que se le cobrara precios menores por los productos a la otra filial.

Por lo anterior el problema que se tratará en el presente trabajo de título se resume como:

“Error o diferencia entre el precio presupuestado que deben tener los productos y el precio estimado por el modelo actual de la empresa, lo que conlleva el no cumplimiento de los objetivos estratégicos de la compañía”

Para el desarrollo de la solución a esta problemática se trabajará con el departamento de planificación y finanzas de la empresa.

1.6 Causas del problema

Para poder comenzar a enfocarse en la solución a la problemática descrita anteriormente, en primer lugar se tuvo que identificar las posibles causas que la provocaban, a fin de poder apuntar correctamente el planteo de la solución.

Una herramienta útil para detectar las posibles causas que desencadenan un problema es el diagrama de Ishikawa.

1.6.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de Causa-Efecto o de espina de pescado (por su forma), es una de las herramientas surgidas en el siglo XX para facilitar el análisis de los problemas y sus soluciones (Valenzuela, 2012).

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que ayuda a estructurar la información a fin de otorgar mayor claridad mediante un esquema gráfico que representa la relación entre un efecto (problema), y todas las posibles causas que lo desencadenan, pero en sí no identifica la causa raíz, por lo que se tendrá que hacer uso de otra herramienta para poder identificarla.

Para la construcción del diagrama, la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000) establece los siguientes pasos:

1. Identificar el problema: el problema es lo que se quiere mejorar o controlar.
2. Registrar la frase que resume el problema: escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del diagrama.
3. Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema: las ideas generadas en este paso guiarán la selección de la causa raíz posteriormente.
4. Dibujar y marcar las espinas principales: las espinas principales representan las categorías principales de las causas.
5. Dibujar las espinas secundarias: estas representarán las causas de segundo nivel.

Habiendo conocidos los pasos necesarios para la construcción del diagrama de Ishikawa, se hizo los análisis respectivos para la obtención de las posibles causas que desencadenan la problemática actual de la empresa.

En primer lugar, la problemática a tratar es *“Error o diferencia entre el precio presupuestado que deben tener los productos y el precio estimado por el modelo actual de la empresa, lo que conlleva al no cumplimiento de los objetivos estratégicos de la compañía”*, por lo cual este es el “efecto” al cual se le buscarán las causas, para poder ingresarlo al diagrama de Ishikawa, la problemática será resumida a *“Error en determinación de precios”*.

Para poder conocer cuáles son las posibles causas que desencadenan dicha problemática, se realizó una lluvia de ideas, esta técnica fue creada en 1938 por el publicista Alex Osborn y es una herramienta útil que facilita el surgimiento de ideas sobre un tema o problema determinado.

La lluvia de ideas se realizó en conjunto con el departamento de planificación y finanzas de la empresa, a fin de poder determinar cuáles son las posibles causas que desencadenan el efecto que se quiere solucionar. Para ello en primer lugar se identificó las categorías principales de las causas, las que fueron, método, margen, demanda y costos, y a partir de estas con la lluvia de ideas se determinó las causas de segundo nivel para cada una de las categorías señaladas.

La Tabla 1.13 presenta las causas que surgieron de la lluvia de ideas realizada, con las cuales posteriormente se construirá el diagrama de Ishikawa.

Tabla 1.13 - Posibles causas que desencadenan el efecto

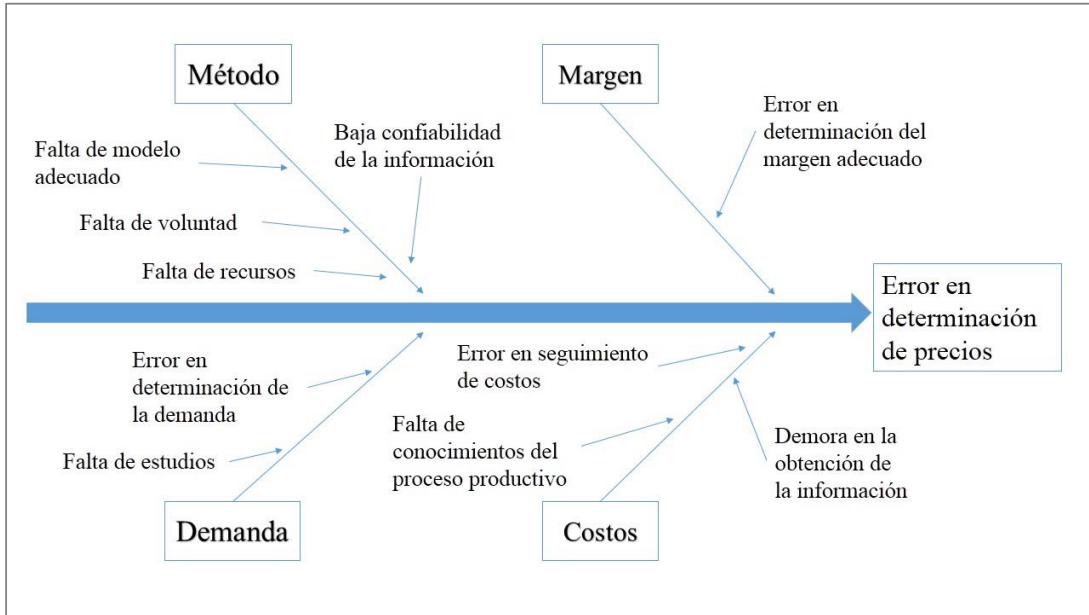
Categorías principales de causas	Causas de segundo nivel
Método	Falta de modelo adecuado
	Falta de voluntad del departamento de planificación y finanzas
	Falta de recursos
	Baja confiabilidad en la información
Margen	Error en determinación de margen adecuado
Demanda	Error en determinación de la demanda
	Falta de estudios
Costos	Error en seguimiento de costos
	Falta de conocimientos del proceso productivo
	Demora en la obtención de la información

Fuente: elaboración propia.

Tras haber determinado las posibles causas que desencadenan la problemática actual de la empresa, se procede a la construcción del diagrama de Ishikawa.

La Ilustración 1.8 muestra el diagrama de Ishikawa resultante de los pasos anteriores.

Ilustración 1.8 - Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, el diagrama de Ishikawa en sí no identifica la causa raíz que desencadena el efecto, por lo que se utilizará otra herramienta para poder determinarla, la cual es la gráfica de Pareto.

1.6.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un método que sirve para organizar las causas con el propósito de que se enfoque el esfuerzo en aquella (s) causa (s) principal (es) para dar solución al problema.

Esta herramienta se basa en los planteamientos de Wilfredo Pareto, un economista del siglo XIX. Su trabajo fue popularizado por Joseph Moses J. cuando sugirió que el 80% de los problemas de una empresa son el resultado de sólo el 20% de las causas (Heizer & Render, 2009, pág. 207).

El diagrama de Pareto es una herramienta que muestra gráficamente el principio de Pareto, también conocido como regla 80-20, el cual establece que, aunque un efecto es

producido por varias causas, una parte importante del efecto (80%) habitualmente es explicado por unas pocas causas (20%).

En otras palabras lo que se realiza en base al principio de Pareto es identificar que existen pocas causas que son vitales y muchas que son triviales.

El diagrama de Pareto permite identificar visualmente en un gráfico las causas o las categorías a las que es importante prestar atención en la solución de un problema, dejando las causas triviales de lado.

Para poder identificar cuál o cuáles causas son triviales y cuál o cuáles son vitales, es necesario poder ponderar las causas identificadas en el Diagrama de Ishikawa, para poder lograr aquello se realizó una encuesta a expertos, la cual fue aplicada a los cargos de jefatura del departamento de planificación y finanzas, quienes respondieron a cuál era la causa que consideraban que desencadenaba el efecto en estudio “Error en determinación de precios”, una vez obtenidos los datos, fueron analizados según los planteamientos de Pareto a fin de poder escoger la o las causas a las que se deberá enfocar la solución a la problemática, obteniendo los resultados que se presentados en la Tabla 1.14:

Tabla 1.14 - Análisis de Pareto

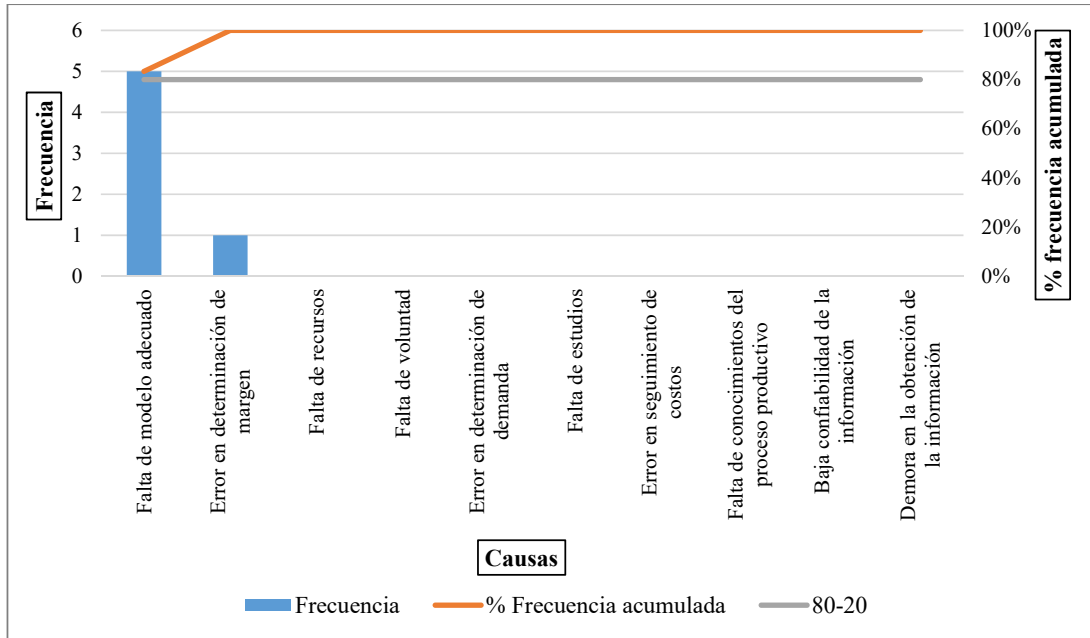
Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada (%)
Falta de modelo adecuado	5	5	83%	83%
Error en determinación de margen	1	6	17%	100%
Falta de recursos	0	6	0%	100%
Falta de voluntad	0	6	0%	100%
Error en determinación de demanda	0	6	0%	100%
Falta de estudios	0	6	0%	100%
Error en seguimiento de costos	0	6	0%	100%
Falta de conocimientos del proceso productivo	0	6	0%	100%
Baja confiabilidad de la información	0	6	0%	100%
Demora en la obtención de la información	0	6	0%	100%
Total	6		100%	

Fuente: elaboración propia.

El análisis a partir de los datos presentados en la Tabla 1.14, se basará en el siguiente principio: *“Pareto establece que cuando sea el 80% o más de la frecuencia acumulada, son las causas que se deberán tener en cuenta para la solución del problema”* (Vásquez, 2014)

A continuación en la Ilustración 1.9, se presenta el gráfico de los datos mencionados.

Ilustración 1.9 - Gráfica de Pareto

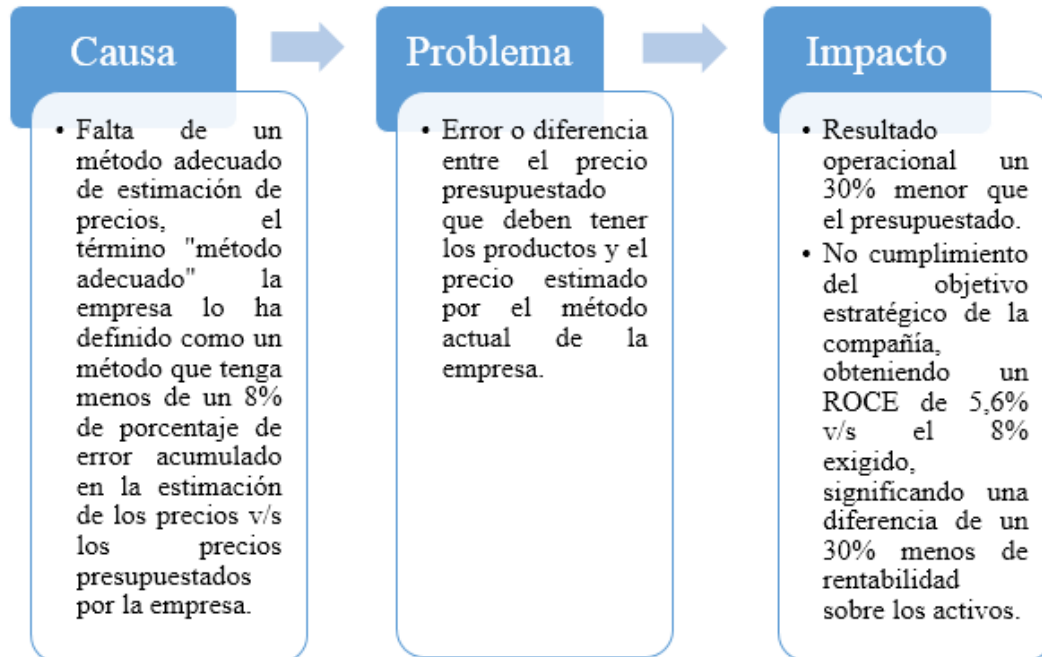


Fuente: elaboración propia.

Por el principio mencionado anteriormente y tras los resultados obtenidos, se concluye que la causa principal para dar solución al problema es a raíz de la falta de un modelo adecuado de determinación de precios la cual obtiene un 83% de frecuencia acumulada.

Una vez conocida la causa raíz que genera la problemática a tratar, se deberá analizar las herramientas que permiten dar solución. Pero antes de aquello, para una mejor comprensión, en la Ilustración 1.10 se muestra un diagrama que abarca las tres partes principales en las que se basa dicha solución, estas son, la problemática (ver sección 1.5), su causa raíz (ver sección 1.6.2) y el impacto que genera, representado en la Tabla 1.12.

Ilustración 1.10 - Diagrama causa, problema e impacto



Fuente: elaboración propia.

Teniendo presente los tres aspectos anteriores, en el siguiente apartado se buscará la herramienta que sea más adecuada para la solución de la problemática.

1.7 Estado del Arte

Los métodos que se puede utilizar para la estimación de los precios, son los mismos que se utiliza para realizar cualquier tipo de predicción a partir de una selección de datos. Es aquí donde se encuentra a los métodos cuantitativos de predicción, los cuales son utilizados en situaciones estables y que buscan realizar la predicción a partir de datos históricos. Contar con un adecuado método de estimación brindará mayor precisión y por ende se obtendrá un menor error con respecto, en este caso, a los precios presupuestados que deberían tener los productos para dar cumplimiento con el ROCE exigido por la compañía.

Hay variadas metodologías que permiten lograr estas estimaciones y que dependiendo de los datos estudio se utiliza unos u otros. Para ello será necesario conocer en qué consiste

cada uno, de tal forma de determinar en qué medida resultan útiles para la realización de la solución.

En los métodos cuantitativos de predicción se encuentran los modelos matemáticos y econométricos. Los modelos matemáticos son aquellos en los que las entidades y sus atributos se representan mediante variables matemáticas, de tal forma que las actividades se describirán mediante funciones matemáticas que interrelacionan las variables en estudio.

Es precisamente en los modelos matemáticos en los que se sustentan los modelos econométricos, en los cuales a través de ecuaciones matemáticas se puede relacionar datos económicos para la realización de las estimaciones. En econometría hay herramientas fundamentales que sirven para representar la realidad del tema de estudio, las regresiones.

1.7.1 Análisis de regresión

El análisis de regresión es una herramienta que consiste en el estudio de la dependencia estadística de la variable dependiente (Y), sobre una o más variables explicativas (X_1, X_2, \dots, X_k) con el objetivo de estimar y/o predecir la variable dependiente en términos de los valores conocidos. Dentro de los modelos de regresión más utilizados se encuentran a los siguientes:

1.7.1.1 Regresión lineal simple

Se utiliza cuando sólo se posee una variable explicativa por lo que la ecuación queda representada de la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$$

Ecuación 1.3 - Regresión lineal simple

Donde Y = Variable dependiente o aleatoria.

X_1 = Variable explicativa o predictora.

β_0 = Término constante.

β_1 = Parámetro respectivo a la variable explicativa.

ε = Término de error.

1.7.1.2 Regresión lineal multivariable

Este método es una extensión lógica del método anterior, con la diferencia que para este modelo se cuenta con k variables explicativas. De esta forma el modelo queda expresado de la como se muestra en la Ecuación 1.4:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Ecuación 1.4 - Regresión lineal multivariable

En donde Y = Variable dependiente o aleatoria.

X_k = Variable explicativa.

β_0 = Término constante.

β_k = son los parámetros respectivos a cada variable explicativa.

ε = Término de error.

1.7.1.3 Regresiones no lineales

Anteriormente se mencionó la regresión lineal simple y multivariable, suponiendo para ello que la regresión es una función lineal en los parámetros, sin embargo en el ámbito económico existen factores que harán que la relación no se comporte siempre de esta manera.

La estimación directa de los parámetros de funciones no lineales es un proceso más complejo, sin embargo mediante transformaciones apropiadas, se pueden convertir relaciones no lineales en relaciones lineales, de tal forma que se pueda trabajar en el marco de las regresiones lineales multivariadas. Es por lo anterior que surge el siguiente modelo:

Modelo log-lineal: si se considera el modelo de la Ecuación 1.5 como el modelo de regresión exponencial:

$$Y_i = \beta_1 X_i^{\beta_2} \times e^\varepsilon$$

Ecuación 1.5 - Modelo de regresión exponencial

Si a la Ecuación 1.5 se le aplica logaritmo natural, queda expresada como se muestra en la Ecuación 1.6 que se presenta a continuación:

$$\ln(Y_i) = \ln(\beta_1) + \beta_2 \times \ln(X_i) + \varepsilon$$

Ecuación 1.6 - Modelo de regresión exponencial con logaritmo natural

Sin embargo, la Ecuación 1.6 se podría escribir como se presenta en la Ecuación 1.7.

$$\ln Y_i = \alpha + \beta_2 \ln X_i + \varepsilon$$

Ecuación 1.7 - Modelo de regresión exponencial doble log

Donde $\alpha = \ln \beta_1$

En la expresión anterior el modelo es lineal en las variables α y β_2 , y lineal en los logaritmos de Y y de X .

1.7.2 Otros métodos que se ha utilizado para casos similares

En los modelos utilizados para realizar estimaciones de precios, aparte de los señalados anteriormente, hay algunos que han sido utilizados para otros estudios similares, como el que utilizó Sebastián Bogado (2014) en su trabajo de fijación de precios para una categoría de productos de un supermercado, en el cual hizo uso de series de tiempo específicamente el modelo ARIMAX que está basado en las series temporales, para lo cual el comportamiento futuro que se quiere predecir está basado en el comportamiento pasado.

Las series de tiempo poseen componentes, movimientos o variaciones que pueden medirse y observarse por separado, estos son:

- Tendencia: este es el patrón básico de crecimiento o disminución de la serie a largo plazo, es decir, representará el comportamiento de la serie de tiempo.
- Ciclo o movimientos cíclicos: se refiere al movimiento ondulado de la serie a mediano plazo, que resulta de los cambios en la actividad económica y competitiva general.
- Estacionalidad: son fluctuaciones periódicas en una serie de tiempo, la duración del periodo puede ser un año, un trimestre, un mes, etc.
- Ruido estadístico o variables aleatorias: son movimientos esporádicos o de corto plazo que se deben a una infinidad de factores impredecibles.

Para el caso de estudio que se mencionó anteriormente, tras la obtención del modelo y la observación de los resultados obtenidos a partir de él, es que Bogado concluye lo siguiente:

“La aplicación de la metodología permite obtener información relevante de la industria y el comportamiento de los consumidores. Si bien se obtiene un vector teóricamente óptimo, surgen dudas respecto a su confiabilidad. Un desafío, mejorar la optimización de tal manera de obtener mejoras tangibles”. (Bogado, 2014)

Otro modelo que se ha utilizado para la determinación de precios es el usado por Catalina Troncoso (2014) en su estudio de determinación de precios óptimos (el que brindara mayor utilidad) para una cadena de supermercado, para el cual hizo uso de modelos jerárquicos bayesianos.

El trabajo que realizó abarcó datos transaccionales y demográficos para determinar los precios de una sucursal específica y las diferentes demandas, para ello utilizó un modelo jerárquico Bayesiano, estos modelos están basados en regresiones lineales y permiten expresar además modelos estadísticos.

Los resultados que obtuvo en el desarrollo de su trabajo fueron buenos principalmente porque le permitió agregar variables demográficas que para su caso de estudio eran relevantes y por lo cual ella escogió finalmente el modelo para la determinación de los precios de este caso en particular.

1.8 Elección de método a utilizar

A partir de los métodos descritos anteriormente, para llevar a cabo el presente trabajo se escogerá entre uno de ellos para dar con la solución de la problemática.

Para decidir cuál es el método que se utilizará para realizar las etapas posteriores, se analizan las alternativas mediante una matriz de decisión.

La matriz de decisión es una herramienta que permite comparar las diferentes opciones o alternativas existentes a tomar en cuenta para la solución de un problema, basado sobre criterios o factores que se debe considerar para la elección de uno de ellos. (Morales Díaz, 2008)

1.8.1 Análisis por matriz de decisión

Para ello el análisis por matriz de decisión comprende las siguientes etapas (Morales Díaz, 2008):

- Se lista las opciones de decisión.
- Se lista los factores o criterios importantes a tomar en cuenta.
- Se construye la matriz con las opciones o alternativas en las filas y los factores o criterios en las columnas.
- Se debe asignar un valor a cada factor de acuerdo a su importancia relativa para la decisión, los cuales son asignados por el que realiza el análisis.
- Se revisa cada celda de la matriz asignando la puntuación de la opción con relación al factor, la puntuación va de 0 (malo) a 3 (muy bueno).
- Se multiplica las puntuaciones por los pesos relativos de cada opción, así se obtiene el valor ponderado.
- Se suma los valores ponderados para cada opción.
- La opción que obtiene el valor mayor es la más conveniente.

1.8.1.1 Alternativas de decisión

De acuerdo a lo descrito en el Estado del Arte, se analizan cinco alternativas posibles para la solución, las cuales son:

1. Regresión lineal simple.
2. Regresión lineal multivariable.
3. Regresión no lineal.
4. Series temporales.
5. Modelos jerárquicos Bayesianos.

Dichos métodos serán analizados en base a los criterios establecidos en conjunto con el departamento de planificación y finanzas de la empresa y que son los factores que deberá cumplir el método escogido.

1.8.1.2 Criterios a tomar en cuenta para la decisión

Para tomar la decisión de qué método se utilizará para dar con la solución del problema, se establece, en conjunto con la empresa, cuatro criterios para comparar las alternativas existentes, estos criterios son los siguientes:

- A. Basarse en los datos históricos de los productos de la empresa.
- B. Estar de acuerdo al comportamiento de los datos de los productos.
- C. Ser capaz de integrar los datos de los diferentes costos de los productos.
- D. Buenos antecedentes del modelo respecto a su utilización en problemáticas similares.

Con los criterios establecidos, se procede a realizar la comparación de ellos.

1.8.1.3 Comparación de las alternativas

Para tomar la decisión de cuál será el método a utilizar, la comparación de las alternativas se hace en base a los criterios ya definidos, para ello es necesario asignar un valor a cada uno de los factores de acuerdo a su importancia relativa para la decisión, Morales Díaz (2008) señala que es posible utilizar una escala con valores de uno a diez en las que el diez es la ponderación para el criterio considerado con mayor importancia y el uno es la ponderación para el criterio con menor importancia .

La determinación de los valores para las alternativas existentes se hizo en conjunto con el departamento de planificación y finanzas de la empresa basándose en la escala anterior, quedando los criterios con las ponderaciones que se muestra en la Tabla 1.15.

Tabla 1.15 - Valores de ponderación de los criterios

Criterio	Valor de ponderación
A. Basarse en los datos históricos existentes.	6
B. Estar de acuerdo al comportamiento de los datos.	8
C. Ser capaz de integrar los datos de los diferentes costos de los productos.	10
D. Buenos antecedentes del modelo respecto a su utilización en problemáticas similares.	4

Fuente: elaboración propia

Luego de haber establecido las ponderaciones para cada criterio, en donde el criterio “C” y el “D” obtuvieron el mayor y el menor grado de importancia respectivamente, se debe definir las puntuaciones con que se califica a las alternativas.

Las puntuaciones que se da a las alternativas de acuerdo al cumplimiento de los criterios a considerar para la decisión, son establecidas en base a lo señalado por Morales Díaz (2008), para lo cual las puntuaciones utilizadas son las que se presenta en la Tabla 1.16:

Tabla 1.16 - Puntuaciones para matriz de decisión

Puntuación	Significado
0	Malo
1	Regular
2	Bueno
3	Muy bueno

Fuente: elaboración propia en base a documento de Díaz, 2008.

Con estas las puntuaciones y las ponderaciones de cada uno de los criterios, se construye la matriz de decisión.

Las alternativas serán representadas por los números (1, 2, 3, 4,5) y los criterios por las letras (A, B, C, D) respectivamente a como fueron presentados en los puntos anteriores.

La Tabla 1.17 presenta la matriz de decisión realizada para comparar las alternativas, las puntuaciones fueron otorgadas para cada una en conjunto con el departamento de planificación y finanzas de la empresa, dicha puntuación luego fue multiplicada por la ponderación de los criterios correspondientes, finalmente los resultados obtenidos por las alternativas para cada criterio fueron sumados para comparar los totales de cada alternativa y tomando la decisión eligiendo aquel que obtuviera el mayor valor total.

Tabla 1.17 - Matriz de decisión

Factores	A		B		C		D		
Ponderación	6		8		10		4		
Alternativas	Punt.	Punt. x Pond.	Punt.	Punt. x Pond.	Punt.	Punt. x Pond.	Punt.	Punt. x Pond.	Total
1	3	18	3	24	1	10	1	4	56
2	3	18	3	24	3	30	3	12	84
3	3	18	0	0	3	30	3	12	60
4	3	18	0	0	3	30	1	4	52
5	3	18	3	24	3	30	2	8	80

Fuente: elaboración propia.

Tras haber desarrollado la matriz se obtuvo que el mayor puntaje es el de la Alternativa 2, es decir, la regresión lineal multivariable, por lo tanto se decide que es ésta la herramienta que se utilizará para dar la solución a la problemática de la empresa.

1.9 Objetivos, resultados esperados y limitaciones

A continuación se presenta los objetivos a los que se pretende llegar con el desarrollo de este trabajo, el objetivo general y los específicos que son los que contribuyen al cumplimiento del primero, además de los resultados a los que se pretende llegar, y las limitaciones que tendrá el estudio a realizar.

1.9.1 Objetivo general

Determinar un modelo econométrico de estimación de precios para la categoría preformas PET de una empresa fabricante de envases plásticos, mediante regresión lineal multivariable.

1.9.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual de las preformas PET y su método de estimación de precios.
2. Seleccionar el método para determinar el modelo de estimación de precios.
3. Determinar y validar el modelo matemático obtenido.

1.10 Resultado esperado

Crear un modelo econométrico de estimación de costos para cada sub categoría de preformas PET, que sea capaz de integrar el margen de ganancia sobre las ventas determinado por la empresa, de tal forma que el modelo sea capaz de estimar los precios para los diferentes productos de interés.

1.11 Limitaciones

1. El objeto de estudio será la categoría preformas PET de la empresa, ya que por lo mencionado en 1.2, son estos los productos que tienen el mayor impacto en volumen de producción, costos e ingresos.
2. Por lo mencionado en 1.5, la empresa ha establecido márgenes de ganancia sobre las ventas, por lo tanto para dar con la solución de la problemática se realizarán modelos de costos para cada una de las sub categorías en estudio, de tal forma que estos sean capaces de integrar dicho margen establecido por la empresa, y poder con ello realizar las estimaciones de los precios de los productos.
3. A partir del mecanismo actualmente en uso, este será mejorado al obtener modelos que, por los análisis realizados en 1.8, serán en base a la regresión lineal multivariable.
4. Por orientación de la empresa, para la obtención de los modelos se hará uso de las variables correspondientes a las materias primas, dejando de lado otras variables como maquinaria u otros costos.

Capítulo 2 Marco conceptual y metodología

Desde un punto de vista metodológico, hay elementos que serán muy importantes para el desarrollo del presente trabajo, por lo que deben ser considerados de tal forma que se logre llevar a cabo correctamente la metodología que se utilizará para dar solución a la problemática.

Por otra parte, hay elementos propios de la problemática que deben conocerse y entenderse con el fin de situarse adecuadamente en el tema a tratar, el cual fue definido con anterioridad como *“Error o diferencia entre el precio presupuestado que deben tener los productos y el precio estimado por el modelo actual de la empresa, lo que conlleva al no cumplimiento de los objetivos estratégicos de la compañía”*.

A partir de lo anterior se desprenden diferentes conceptos que antes de buscar la solución a la problemática deberán comprenderse, como lo son el precio y por qué es tan importante su correcta determinación, los factores que influyen en él para realizar su determinación y los aspectos que hay que tener en cuenta respecto a esto, los métodos para determinar el precio, así como las estrategias que pueden considerar las empresas para los precios y el enfoque que le pretenden dar, de tal forma que esto permita contextualizarse en la problemática. Finalmente para dar con la solución se deben interiorizar las temáticas de econometría y regresión lineal multivariable, que serán las herramientas utilizadas para dar con la solución de la problemática.

2.1 Precio

El precio se define como la cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio, o la suma de los valores que los consumidores dan a cambio de los beneficios de adquirir o usar el bien o servicio (Kotler & Armstrong, Marketing, 2012).

Para una empresa, el precio es una variable fundamental dentro de su estrategia, ya que es este el que sintetiza la política comercial de la organización. Por un lado se tiene las necesidades del mercado fijadas en un producto, con atributos determinados, y por otro se tiene el proceso de producción, con sus respectivos costos y objetivos de rentabilidad fijados. El

precio es el único elemento que genera ingresos para la empresa, todos los demás representan costos.

La empresa deberá ser la encargada de determinar los precios que considere más adecuados para los productos que fabrica, pero como se mencionó anteriormente, este deberá sintetizar la política comercial y/o estratégica que tenga la compañía.

2.2 Factores que influyen en la determinación de precios

La determinación de precios lleva consigo como objetivo fundamental el obtener beneficios, pero así como el objetivo de obtener beneficios y en qué medida estos deben ser, pueden estar condicionados por factores que influyan en él, hay factores que influirán anteriormente para la determinación de los precios propiamente tal, y a los que la política de precios deberá adaptarse dependiendo de las circunstancias del momento, dentro de los factores se encuentran señalados a continuación los más relevantes (Kotler & Keller, Dirección de Marketing, 2006).

- Objetivos de la empresa.
- Costos.

2.2.1 Objetivos de la empresa

La empresa para poder determinar los precios de sus productos debe comenzar por establecer los objetivos que quiere perseguir, estos pueden ser variados, y dependiendo de cuál sea, determinará qué estrategia deberá seguir la empresa para poder alcanzarlo. Estos objetivos generalmente están en interacción con otros elementos de interés como lo son los objetivos de distribución, de publicidad, financieros, entre otros, por lo que para establecer el objetivo que tendrá la empresa con la determinación de precios, se debe dar respuesta por ejemplo a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué es lo que se persigue a corto o a largo plazo?
- ¿Se desea dar prioridad a algún producto del mix de productos?

- ¿Se quiere penetrar rápidamente el mercado?

Es tras las respuestas a estas interrogantes que los objetivos de las empresas pueden ir relacionadas a supervivencia, maximización de utilidades, crecimiento en la participación, liderazgo en diferenciación, o para este caso particular el de alcanzar una tasa objetivo de rentabilidad sobre la inversión.

2.2.2 Costos

Si la demanda determina el límite superior de los precios que una empresa puede cobrar por sus productos, serán los costos quienes establecerán el límite inferior. Es por ello que la empresa deberá establecer un precio que cubra los costos de producir, distribuir y vender el producto, y que también incluya un rendimiento justo por su esfuerzo y riesgo. No hay que olvidar que para el caso en estudio la demanda es la presentada por la filial de la compañía que es productora de néctar, gaseosas y aguas minerales, y al ser parte de la compañía, es un cliente cautivo al estar obligado a comprarle a la empresa fabricante de envases, para este caso el rendimiento justo por el esfuerzo estará representado por el 8% de ROCE.

2.3 Métodos de determinación de precios

El entorno de los negocios y el constante cambio que estos tienen, exige que las estrategias de precios se alteren y adapten a las nuevas situaciones que se van presentando, a fin de cumplir con los objetivos establecidos por las empresas.

Las políticas que las empresas puedan tener para las determinaciones de precios, serán el conjunto de estrategias, normas, criterios, lineamientos y/o acciones que son establecidos con el fin de poder regular y fijar los precios para los bienes o servicios que se producen, es por esto que el método de determinación de precios que se escoja deberá estar acorde a las políticas propias de la empresa y de la compañía.

Es a raíz de lo anterior que para la determinación de precios existen diferentes métodos y la decisión de la empresa de qué método utilizará estará basado según la estrategia que esta

tenga, uno de los métodos ampliamente utilizado es el de la determinación de precios mediante márgenes de ganancia sobre las ventas, (Mejía C.):

2.3.1 Determinación de precios mediante márgenes

Un método muy utilizado para la determinación de precios consiste en agregar un margen de utilidad o sobreprecio al costo total unitario del producto, para ello se debe estimar el volumen de ventas y producción, para luego poder fijar el costo unitario al cual se le adicionará el margen. En este método entonces, lo principal es enfocarse en la determinación del margen, de tal forma que sea correctamente establecido y que esté acorde a los objetivos que tenga la empresa. El precio utilizando este método, está representado en la Ecuación 2.1 que se presenta a continuación²:

$$\text{Precio de venta} = \text{Costo unitario} \times \frac{1}{(1 - \text{rentabilidad esperada sobre las ventas})}$$

Ecuación 2.1 - Determinación de precio mediante márgenes

2.4 Estrategias de precios

Las estrategias de precios son aquellas directrices básicas que serán establecidas por la empresa y que pueden tener distintos objetivos, ya sea establecer directrices respecto a las modificaciones en los niveles de precios en función de distintas situaciones o mercados para poder incrementar ventas, directrices fundamentadas en la competencia, en la psicología del consumidor, entre otras. Es para ello que se encuentran las siguientes estrategias de precios:

1. Estrategia de precio fijo: en el cual se supone que el producto se vende a un mismo precio, independiente de las características del consumidor.
2. Estrategia de precio variable: el cual implica una mayor flexibilidad en el precio y en las condiciones de venta, principalmente cuando se deben adaptar a objetivos estratégicos.
3. Descuentos por volumen: los cuales pueden ser de dos tipos:

² (Kotler & Keller, Dirección de Marketing, 2006, pág. 444)

- a) Acumulables: Este tipo de descuento por volumen busca fidelizar a los clientes en los productos de la empresa y con ello aumentar ventas. Se practican en todas las compras realizadas por un cliente en un periodo de tiempo determinado. Dentro de este también se encuentran los descuentos denominados Rappels, los cuales son descuentos que se realizan a los clientes basándose en haber alcanzado un determinado volumen de pedidos.
 - b) No acumulables: En este se centran en el aumento de las ventas, sobre todo en el corto plazo, y en la obtención de economías de gestión de los pedidos.
4. Estrategia de precios menores al de la competencia, y que no necesariamente sea por entregar un producto de menor calidad, sino que puede tener otros motivos, por ejemplo que la empresa posea ventajas tecnológicas de producción, capacidad de producción, entre otros.

2.5 Econometría

Etimológicamente, el término econometría significa “medición económica”, sin embargo, a pesar de que la medición efectivamente es una parte importante de la econometría, el alcance de esta es mucho más amplio.

El término econometría se cree que fue añadido por Ragnar Frish co-ganador del primer premio Nobel en ciencias económicas en 1969, junto con el también economista Jan Tinbergen. (Uriel, 2013)

Respecto al significado de la econometría, Frisch (1933) sostuvo que hay varios aspectos del enfoque cuantitativo de la economía, aunque ninguno de ellos, tomado aisladamente, debería confundirse con la econometría. De esta forma Frisch (1933), sostuvo lo siguiente:

“la econometría no es lo mismo que la estadística económica, ni la teoría económica general, ni la aplicación de las matemáticas en la economía. La experiencia ha demostrado que cada uno de estos tres puntos de vista, el de la estadística, la teoría económica y las matemáticas, es una condición necesaria, pero no por sí misma una condición suficiente, para una verdadera comprensión de las relaciones cuantitativas en la vida económica moderna. Se

trata de la unificación de los tres aspectos lo que le da gran alcance. Y es esa unificación lo que constituye la econometría”.

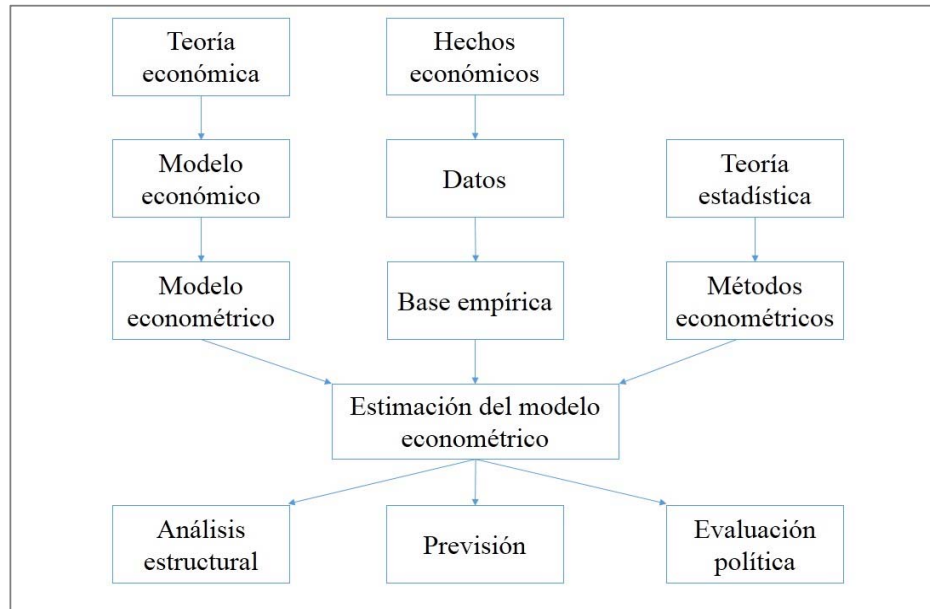
Respecto al objetivo que tiene la econometría, Haavelmo (1944) señaló que “el método de la investigación econométrica busca en esencia una conjunción entre la teoría económica y la medición real, con la teoría y la técnica de la inferencia estadística como puente”.

Respecto a la tarea del econometrista, Malinvaud (1966, pág. 514) señala que “el arte del econometrista consiste en encontrar un conjunto de supuestos lo bastante específicos y realistas para que le permitan aprovechar de la mejor manera los datos con que cuenta”.

Finalmente otro autor sostuvo respecto a la econometría que, considerándola como resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la economía, consiste en la aplicación de la estadística matemática a los datos económicos para dar soporte empírico a los modelos construidos por la economía matemática y obtener resultados numéricos. (Tintner, 1968, pág. 74)

2.5.1 Procedimiento econométrico general

La Ilustración 2.1 presenta el esquema en que se basó Portillo Pérez (2006) para ilustrar el papel que desempeña la econometría en la combinación de las teorías y los hechos económicos.

Ilustración 2.1 - La econometría como combinación de teorías y hechos económicos

Fuente: Portillo Pérez (2006)

Respecto a la Ilustración 2.1 la autora señala que el punto de partida lo constituye la realidad económica, esto es, el proceso generador de datos, integrado por los hechos económicos y sus relaciones entre sí y con los entes externos a la realidad económica considerada. Estos hechos se concretan en la base empírica, constituida por los datos u observaciones relevantes de los fenómenos económicos.

Dada la complejidad del mundo real, el economista debe comenzar efectuando una abstracción del mismo, a partir de la cual se formulan teorías, expresadas generalmente mediante modelos económicos, que conllevan una serie de implicaciones o predicciones y tratan de dar explicaciones de algún elemento del sistema. El grado de aceptación de las teorías deberá evaluarse mediante la confrontación de las implicaciones de estas teorías o hipótesis con la base empírica (datos). En este sentido, es crucial el papel de la econometría, ya que trata de suministrar las técnicas necesarias para llevar a cabo la mencionada confrontación.

Las hipótesis a verificar con los hechos se sitúan en el seno de los modelos económicos, pero la econometría no trabaja con ellos directamente, sino con los modelos econométricos. (Portillo Pérez, 2006).

2.5.2 Etapas del procedimiento econométrico general

Portillo Pérez (2006) señaló que el procedimiento econométrico que generalmente se emplea conlleva las siguientes etapas definidas por Maddala (1996):

1. Formulación del modelo econométrico basado en el modelo económico subyacente, de manera que sea verificable empíricamente, pudiendo adoptar diversas formas funcionales.
2. Estimación de sus parámetros desconocidos a partir de los datos.
3. Contrastación de hipótesis mediante métodos econométricos de inferencia.
4. Uso de los resultados del modelo con fines analíticos, predictivos o de evaluación de políticas, tanto económicas como empresariales.

2.5.2.1 Etapa de especificación del modelo

Portillo Pérez (2006) señaló que la especificación constituye la primera etapa del análisis econométrico y consiste en concretar y dar forma al modelo. En esta fase, que puede estar impregnada de cierta carga subjetiva, se identifica tres aspectos básicos:

1. Formulación de la relación planteada mediante una forma funcional explícita (lineal).
2. Identificación de las variables que intervienen en el modelo y de los datos económicos que permiten medir dichas variables.
3. Acotación de la realidad a la que serán aplicables los resultados.

En ocasiones, la especificación del modelo viene restringida por la propia disposición de datos económicos y, asimismo, por los resultados obtenidos previamente en la evaluación y el diagnóstico del modelo.

2.5.2.2 Etapa de estimación de los parámetros del modelo

Respecto a esta etapa, Portillo Pérez (2006) sostuvo que consiste en determinar la magnitud estimada de los parámetros desconocidos del modelo. Para ello, se requiere de datos empíricos sobre el fenómeno económico bajo estudio, es decir, observaciones de las variables que intervienen en el modelo, así como la utilización de métodos apropiados de estimación y de inferencia.

2.5.2.3 Etapa de validación del modelo

La autora señaló que tras esta etapa, la aplicación de la inferencia estadística a los datos disponibles permite abordar la validación del modelo o contrastación de hipótesis, tanto relacionadas con la especificación de las teorías como con la realidad económica. Dicha contrastación debe realizarse a partir de criterios previamente establecidos para rechazar o no las hipótesis. (Portillo Pérez, 2006)

2.5.2.4 Etapa de explotación del modelo

Finalmente para esta etapa, Portillo Pérez (2006) señaló que si el modelo supera la etapa de validación, puede ser empleado básicamente para los siguientes fines:

- Predicción de la variable de interés condicionada a los valores de las variables explicativas.
- Análisis estructural, a través del análisis de la relación existente entre las variables (signo y magnitud de los parámetros).

2.5.3 Regresión

Dentro de la econometría hay distintas herramientas que sirven para representar las diferentes realidades que se estudia, dichas herramientas son denominadas modelos econométricos.

A los modelos econométricos, Portillo Pérez (2006) los define como:

“Aquellos modelos económicos que contienen el conjunto de hipótesis necesarias para su aplicación empírica. Los modelos econométricos constituyen, en suma, el instrumento que permite conectar y confrontar la teoría con la realidad”.

Es precisamente dentro de los modelos econométricos donde existe una herramienta que es fundamental para el desarrollo del presente trabajo, la regresión lineal multivariable.

2.5.3.1 Origen del término regresión

El término regresión fue añadido por Francis Galton, quien en un ensayo planteó que:

“A pesar de la tendencia de los padres de estatura alta a procrear hijos altos y los padres de estatura baja, hijos bajos, la estatura promedio de los niños de padres de una estatura determinada tendía a desplazarse, o “regresar”, a la estatura promedio de la población total”. (Galton, 1886).

En línea con lo anterior, Gujarati & Porter (2010) señalaron que:

“La ley de regresión universal de Galton fue confirmada por un amigo de él, Karl Pearson, quien reunió más de mil registros de estaturas de miembros de grupos familiares. Pearson descubrió que la estatura de los hijos de un grupo de padres de estatura alta era menor que la estatura de sus padres, y que la estatura promedio de los hijos de un grupo de padres de estatura baja era mayor que la estatura de sus padres; es decir, se trata de un fenómeno mediante el cual los hijos altos e hijos bajos “regresan” por igual a la estatura promedio de todos los demás.”

La interpretación moderna de la regresión difiere bastante con las primeras interpretaciones señaladas anteriormente, en donde (Gujarati & Porter, 2010) señalaron respecto a la regresión en términos generales lo siguiente:

“El análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas.”

2.5.4 Regresión lineal multivariable

Hildebrand & Ott (2006), sostuvieron que:

“La regresión múltiple utiliza muchas variables explicativas para predecir o explicar la variación de una variable dependiente cuantitativa. Es una forma extremadamente útil de determinar el valor explicativo de muchos predictores diferentes posibles. Utilizamos la regresión múltiple para tratar de seleccionar cuáles de ellos en realidad explican la variación

de la variable dependiente, y cuáles otros tienen un valor predictivo muy pequeño o nulo. Posiblemente sea esta la técnica estadística de uso más extendido entre los gerentes”.

Pérez (2005) señaló que la ecuación de la regresión lineal multivariable es representada por la Ecuación 1.4, indicando que de acuerdo con esta ecuación, la variable dependiente (Y) se interpreta como una combinación lineal de un conjunto de variables explicativas (X_k), cada una de las cuales va acompañada de un coeficiente (β_k) que indica el peso relativo de esa variable en la ecuación. La ecuación incluye además una constante (β_0) y un componente aleatorio (los residuos = ε) que recoge todo lo que las variables explicativas no son capaces de explicar.

2.5.4.1 Construcción del modelo de regresión multivariable

Para la construcción de un modelo de regresión multivariable, Hildebrand & Ott (2006) establecieron una serie de pasos a seguir, los cuales son los siguientes:

1. Identificar y reunir datos de las variables explicativas más relevantes.
2. Calcular un modelo de primer orden que comprenda todas las variables.
3. Añadir o eliminar variables al modelo mediante métodos de ensayo y error o métodos estadísticos.
4. Una vez que se ha obtenido un modelo tentativo, ajustar el modelo y observar los residuos correspondientes.
5. Validar el modelo utilizando nuevos datos.

Como se puede observar, la serie de pasos a seguir para la construcción de un modelo de regresión multivariable, concuerdan con las etapas del procedimiento econométrico general descritas en el apartado anterior, no obstante es necesario poner mayor énfasis en los puntos uno, tres y cuatro, ya que en el punto uno se debe identificar las variables propias del modelo que dará respuesta a la problemática que se abarca en este trabajo, en el punto tres se establece de qué forma se hará la elección de las variables relevantes a incluir en el modelo. Y respecto al punto cuatro se detalla lo que representan los parámetros que forman parte del modelo.

Identificar y reunir datos de las variables explicativas más relevantes

Respecto a las variables explicativas que se consideran para la obtención del modelo econométrico de predicción de precios son aquellas que de una u otra forma a priori resulten

relacionadas con la predicción de los precios, de tal forma que las variables recopiladas posteriormente serán sometidas a un método de selección que las evaluará estadísticamente y con lo cual se escogerán aquellas que sean validadas para posteriormente ser incluidas.

Añadir o eliminar variables al modelo mediante métodos de ensayo y error o métodos estadísticos

Pérez (2005), señala que existen situaciones en las cuales no se cuenta con teorías o un trabajo previo que oriente al analista en la elección de variables relevantes. Estas situaciones pueden afrontarse utilizando procedimientos diseñados para seleccionar entre una gran cantidad de variables, sólo un conjunto reducido de ellas que permitan obtener el mejor ajuste posible.

Sobre esto el autor sostiene que:

“Con estos procedimientos de selección, el control sobre las variables que han de formar parte de la ecuación de regresión pasa de las manos del investigador a una regla de decisión basada en criterios estadísticos”.

Debido a lo anterior es que en el siguiente apartado se mencionan las pruebas de hipótesis que permiten validar las variables que se considera en los modelos bajo criterios estadísticos, como lo son las pruebas de significancia de los coeficientes de regresión (prueba t) y de significancia global de la regresión (prueba F).

Estimación de los parámetros o coeficientes de regresión

Respecto a los parámetros y basándose en la Ecuación 1.4, se debe saber lo siguiente:

1. Coeficiente de regresión β_k : estos coeficientes reciben el nombre de coeficientes de regresión parcial, porque el valor concreto estimado para cada coeficiente se ajusta teniendo en cuenta la presencia del resto de variables explicativas. Estos indican el número de unidades que aumentará la variable dependiente por cada unidad que aumente la variable explicativa (manteniendo constantes el resto de las variables explicativas).
2. Coeficiente β_0 : este es el término constante o intercepto, el cual es el valor pronosticado de la variable dependiente cuando todas las variables explicativas son iguales a cero. En muchos casos, este término tiene poco significado, en virtud de que la condición de que

todos los predictores sean cero es absurda. Es por ello que por lo general interesan más los coeficientes de las variables de predicción. (Hildebrand & Ott, 2006)

Tras haber conseguido las variables explicativas y los parámetros de la regresión multivariable, el modelo econométrico obtenido debe cumplir con diferentes supuestos o hipótesis para determinar que sea un modelo correctamente empleado.

2.5.5 Pruebas de hipótesis en regresión y *P-value*

Para la verificación de los modelos econométricos se utiliza diferentes pruebas que permiten tomar decisiones basadas en criterios estadísticos sobre las variables a incluir a los modelos y si estas son estadísticamente significativas para este, vale decir si su inclusión aporta al modelo o no, en este sentido existen dos pruebas muy útiles como lo son la prueba *t* que permitirá evaluar a cada coeficiente de regresión individualmente, y la prueba *F* que permitirá evaluar al modelo globalmente.

Antes de proceder a la explicación de las dos pruebas mencionadas, es necesario entender lo que es una prueba de significancia.

En el procedimiento de prueba de significancia se desarrolla un estadístico de prueba en el que se utiliza los resultados muestrales para tomar la decisión de rechazar o no la hipótesis nula (H_0), esta decisión se lleva a cabo en base al valor del estadístico que se ha obtenido a partir de los datos disponibles. Una vez calculado el estadístico de prueba además se obtiene el *P-value* o valor *p*, el cual resulta de mucha utilidad para tomar la decisión, ya que este da la probabilidad de obtener el estadístico de prueba bajo la H_0 de tal forma que si el *valor p* es pequeño, se puede rechazar la H_0 , pero si es grande no se rechaza.

El nivel de significancia³ se denota como α , donde $0 < \alpha < 1$, usualmente se usa un α de 0,01, 0,05 o 0,1⁴, o expresados en forma porcentual como 1%, 5% y 10%, esto se traduce en que la probabilidad de que el valor estimado para una prueba sea el correcto, es de un 99%, 95%

³ También se le conoce como probabilidad de cometer un error tipo I, el cual consiste en rechazar una hipótesis cuando esta es verdadera, también existe el error tipo II, el cual consiste en aceptar una hipótesis cuando es falsa.

⁴ Gujarati & Porter, 2010, pág. 122.

o 90% respectivamente. Estos valores son referenciales, ya que el que da el nivel exacto de significancia, es el *P-value*, sin embargo es muy útil comparar dicho valor con los valores α al momento de tomar las decisiones en las distintas hipótesis.

2.5.5.1 Prueba de hipótesis sobre los coeficientes individuales de regresión

Esta hipótesis contrasta los coeficientes integrados en el modelo de tal forma de validar individualmente a cada uno de ellos. Para esto se establece que el coeficiente a evaluar (manteniendo los demás coeficientes constantes), no tiene ninguna influencia sobre la regresión.

Para realizar el contraste de esta hipótesis se utiliza la prueba *t*, de tal forma que si el valor *t* calculado excede el valor *t* crítico, se rechaza la hipótesis, de lo contrario no se puede hacer. Sin embargo, como se mencionaba anteriormente, para esta prueba se puede usar el valor *p* para tomar la decisión.

Para ello a modo de ejemplo si el coeficiente a evaluar es β_1 , la hipótesis nula y alternativa se representan de la siguiente forma:

$$H_0: \beta_1 = 0 \quad , \quad H_1: \beta_1 \neq 0$$

Si por los criterios mencionados anteriormente resulta no rechazarse la H_0 , el coeficiente β_1 no tendría ninguna influencia en la regresada, de lo contrario, al rechazarse la H_0 resultaría que β_1 tendría un efecto significativo sobre la regresada.

2.5.5.2 Prueba de significancia global de la regresión

En esta prueba a diferencia de la anterior se evalúa la significancia de los coeficientes en conjunto. En esta prueba de hipótesis se establece que en forma conjunta los coeficientes de la regresión son iguales a cero, por lo que no tendrían influencia en la regresada.

Para realizar el contraste de la prueba de significancia global, se utiliza la prueba *F* de tal forma que si el valor *F* obtenido excede el valor *F* crítico de la tabla de *F*, al nivel de significancia escogido, se rechaza la H_0 , de lo contrario no se rechaza. Al igual que en la prueba anterior, para esta también se puede hacer uso del valor *p*, de tal forma que si el valor *p* del *F* observado es suficientemente bajo, se puede rechazar la H_0 .

A modo de ejemplo, si los coeficientes de regresión son β_1 y β_2 , la hipótesis nula y alternativa quedarían representadas de la siguiente forma:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

H_1 : los coeficientes de pendiente no son simultáneamente 0

Donde, si la H_0 no se rechaza, significa que los coeficientes β_1 y β_2 no tienen influencia en la regresada. De lo contrario, si se rechaza la H_0 , los coeficientes sí tienen influencia en la regresada.

2.5.6 Criterios para selección de modelos

Cuando se cuenta con diferentes modelos para realizar predicciones sobre una misma variable dependiente, existen índices que sirven para medir la consistencia que estos tienen para las predicciones, estos sirven para realizar una comparación entre los modelos, a modo de escoger aquel que tenga un mejor comportamiento.

Dentro de los índices a tener en cuenta para la comparación están los siguientes:

2.5.6.1 Errores

Cuando se ha obtenido un modelo de predicción, es conveniente observar la diferencia que tiene el valor al realizar la estimación de la variable en estudio, comparándola con el valor real, a esta diferencia se le llama error o error de estimación.

Dentro de los índices de error se encuentran los siguientes:

- **Error:** diferencia entre el valor estimado y el valor observado, como se muestra en la Ecuación 2.2:

$$\varepsilon_t = \hat{y}_t - y_t$$

Ecuación 2.2 - Error

- **Media absoluta de porcentaje de error:** promedio de las diferencias absolutas entre los valores estimados y los reales, y se expresa como el porcentaje de los errores reales.

Al comparar los MAPE de dos o más modelos, se deberá escoger aquel que tenga el menor MAPE. Este se calcula como se muestra en la Ecuación 2.3.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|\varepsilon_t|}{|y_t|}}{n} \times 100$$

Ecuación 2.3 - Media absoluta de porcentaje de error

- **Error estándar de estimación del modelo:** medida de cuánto puede variar el valor de un estadístico de contraste de muestra en muestra. Es la desviación estándar de los valores Y alrededor de la regresión. Mientras más cercano esté este valor a cero, mejor es la predicción.

2.5.6.2 Coeficiente de correlación múltiple

El coeficiente de correlación múltiple expresado como R , es una medida del grado de asociación entre Y y todas las variables explicativas conjuntamente, su valor está entre -1 (fuerte asociación negativa) y 1 (fuerte asociación positiva), cuando el valor del índice se aproxime a 0, indicará que no existe asociación.

En la práctica, R tiene poca importancia, el que cobra más importancia es R^2 .

2.5.6.3 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación expresado como R^2 , mide la bondad de ajuste de la ecuación de regresión, en otras palabras, da la proporción o porcentaje de la variación total en la variable dependiente Y explicada por las variables explicativas X_k . El coeficiente de determinación se obtiene de la forma presentada en la Ecuación 2.4.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum \hat{\varepsilon}_i^2}{\sum y_i^2}$$

Ecuación 2.4 - Cálculo del coeficiente de determinación

El valor de R^2 se encuentra entre 0 y 1, si es 1 significa que la regresión explica el 100% de la variación de Y , por otra parte si el valor es 0, la regresión no explica nada de la variación de Y . En la práctica, mientras más cerca esté R^2 de 1, se dice que el ajuste del modelo es mejor.

En general se puede clasificar los valores de R^2 como se muestra en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 - Clasificación de los valores del coeficiente de determinación

Menor de 0,3	0,3 a 0,4	0,4 a 0,5	0,5 a 0,85	Mayor de 0,85
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Sospechoso

Fuente: Rojo, 2007

La clasificación mostrada en Tabla 2.1 servirá para poder determinar si los coeficientes obtenidos para los modelos son adecuados o no.

Este indicador presenta una falencia al momento de comparar los modelos, la cual es que R^2 no puede disminuir al agregar más variables, por lo que si no se agregan las variables correctas, pese al aumento de R^2 , podría ser un mal modelo ya que aumentaría la varianza del error de predicción.

Para evitar el inconveniente mencionado, se define el siguiente coeficiente.

2.5.6.4 Coeficiente de determinación ajustado

Se define a \bar{R}^2 como coeficiente de determinación ajustado o corregido, mide lo mismo que R^2 , pero \bar{R}^2 “castiga” a medida que se agregan variables al modelo. Se calcula como se muestra en la Ecuación 2.5:

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - k}$$

Ecuación 2.5 - Cálculo del coeficiente de determinación ajustado

Donde k es el número de parámetros

2.5.6.5 Criterio de información Akaike

Es un criterio que se utiliza para escoger el mejor modelo entre un conjunto de modelos aceptables, los software para realizar las regresiones brindan este coeficiente, que al comparar modelos, se debe escoger aquel que tenga menor índice Akaike (AIC).

2.5.6.6 Criterio de Amemiya

Este criterio consiste en escoger aquel modelo que minimiza la estimación del error cuadrático de predicción representado por el índice PC, al igual que para el criterio de Akaike, se escogerá aquel modelo que tenga el menor índice Amemiya (PC) dentro de los modelos comparados.

2.5.7 Supuestos del modelo de regresión lineal multivariable

El modelo de regresión lineal multivariable se basa en una serie de supuestos que se refieren a una serie de condiciones que deben darse para garantizar su validez. La finalidad de la construcción del modelo no es sólo la estimación, sino que también la inferencia estadística por lo que es importante poder contrastar los siguientes supuestos:

1. Supuesto de normalidad: el término de perturbación ε_i está normalmente distribuido con media igual cero (Ecuación 2.6) y varianza constante σ^2 (Ecuación 2.7):

$$E(\varepsilon_i) = 0$$

Ecuación 2.6 - Media para distribución normal

$$E[\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)]^2 = E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2$$

Ecuación 2.7 - Varianza para distribución normal

Estos supuestos se expresan de forma más compacta en la Ecuación 2.8:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Ecuación 2.8 - Normalidad

Donde el símbolo \sim significa distribuido, N significa distribución normal, y los términos entre paréntesis representan los dos parámetros de la distribución normal, la media y la varianza.

Para poder confirmar este supuesto, existen dos métodos que permitirán comprobarlo, el método gráfico, que es observar el histograma de los residuos y ver su comportamiento, otro gráfico útil es la gráfica de probabilidad normal, donde se grafican los residuos para compararlos con la recta de probabilidad normal, y el contraste de Shapiro y Wilks, que es un test que basado en el valor p del estadístico contrasta:

- Hipótesis nula: la distribución es normal
 - Hipótesis alternativa: la distribución no es normal.
2. Supuesto sobre la no colinealidad: este supuesto establece que no existe relación lineal exacta entre las regresoras incluidas en el modelo de regresión, en caso contrario se da origen a colinealidad o multicolinealidad.

Para comprobar que no haya multicolinealidad exacta entre las regresoras, se analizarán los coeficientes de las variables agregadas al modelo, para tomar la decisión en base a las siguientes estadísticas de colinealidad (Gujarati & Porter, 2010, pág. 348):

- Factor de tolerancia: el factor de tolerancia se encuentra entre cero y uno, mientras más cerca esté la tolerancia de cero, mayor será el grado de colinealidad de esa variable respecto a las otras regresoras.
 - Factor de inflación de varianza (FIV): el FIV, se encuentra entre uno e infinito, a mayor valor del FIV, mayor colinealidad tiene la variable respecto a las otras regresoras, como regla práctica, si el FIV de una variable es superior a 10, se dice que esa variable es altamente colineal.
3. Supuesto de homoscedasticidad: las perturbaciones ε_i de la función de regresión tienen la misma varianza de no cumplirse este supuesto, se dice que son heteroscedásticas, la forma en la que se representa la homoscedasticidad de se muestra en la Ecuación 2.9:

$$var(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

Ecuación 2.9 - Homoscedasticidad

Para comprobar que los residuos tienen la misma varianza, se puede hacer uso del método gráfico⁵, en el cual se deben graficar en el eje y, los residuos de la regresión, y en el eje x, el valor predicho de la regresión, con la idea de averiguar si el valor medio estimado está relacionado sistemáticamente con el residuo. Por consiguiente, para que se cumpla la homoscedasticidad, el diagrama de dispersión no debe mostrar ninguna pauta de asociación entre los pronósticos y los residuos, de lo contrario se dice que hay heteroscedasticidad.

4. Supuesto de no autocorrelación: este supuesto establece que no existe autocorrelación entre las perturbaciones ε_i , representado por la Ecuación 2.10. En otras palabras el término de perturbación relacionado con una observación cualquiera no está influido por el término de perturbación relacionado con cualquier otra observación. Simbólicamente:

$$E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad i \neq j$$

Ecuación 2.10 - No autocorrelación de perturbaciones

⁵ Gujarati & Porter, 2010, pág. 377

Para comprobar este supuesto, se utilizará la prueba de rachas el cual es una prueba que contrasta si es aleatorio el orden de aparición de dos valores de una variable. Los criterios a considerar son:

- Hipótesis nula: aleatoriedad de la variable de interés
- Hipótesis alternativa: no aleatoriedad de la variable de interés
- Criterios de aceptación y rechazo: se utilizará el criterio del valor p visto en 2.5.5, en donde se rechazará la hipótesis nula si el valor p está por debajo de 0,05 (Gujarati & Porter, 2010, pág. 433).

2.6 Metodología

La metodología es la herramienta fundamental que permite dar respuesta a la problemática y dar cumplimiento a los objetivos propuestos, por lo que ésta deberá contener los pasos fundamentales para poder llevar a cabo el trabajo, de tal forma que guíen a la obtención de la solución buscada.

Adicionalmente esta debe contener los pasos necesarios para la construcción del modelo econométrico de regresión lineal multivariable descrito en los apartados anteriores, ya que será la herramienta utilizada para resolver la problemática en estudio.

Para poder llevar a cabo la metodología y cada uno de los pasos que conlleva esta, se deben definir en primer lugar ciertas consideraciones que delimitarán la construcción del modelo econométrico y que deberán tomarse en cuenta para los requerimientos y pasos que se deben llevar a cabo para la obtención del modelo de estimación de precios.

2.6.1 Consideraciones previas para la construcción del modelo

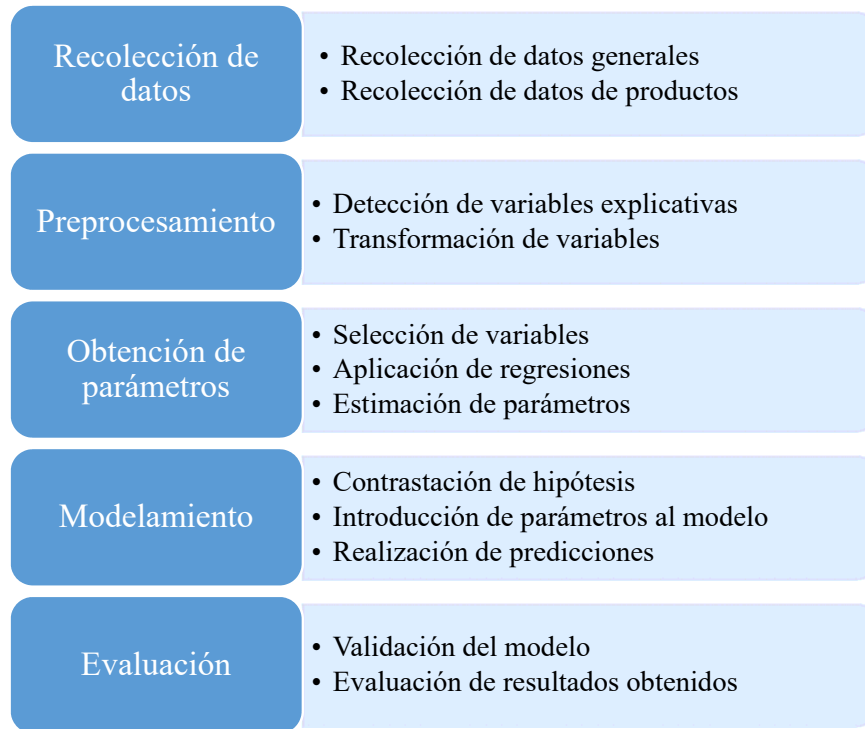
1. El modelo se construye de tal forma que las estimaciones de los precios son de forma temporal.
2. Para la obtención del modelo de estimación de precios, primero se hace un modelo de estimación de costos para posteriormente incluir el margen de ganancia entregado por la

empresa, de tal forma que en su conjunto compongan el modelo de estimación de los precios de los productos.

3. Los datos del modelo están en moneda nacional.
4. Sobre los datos obtenidos desde la empresa y que son utilizados de entrada al modelo, así como los datos del ROCE, resultado operacional y capital empleado, no forman parte de este trabajo y no son cuestionados.
5. Se hace un modelo para cada una de las sub categorías en estudio, preformas PET clear, con pigmento y con aditivo UV.
6. El modelo es utilizado para calcular el precio por gramo de producto.
7. Las variables explicativas que se consideran para ser evaluadas y que están en 2.5.4.1, son:
 - Costo de resina PET/gramo de producto
 - Costo de pigmento/gramo de producto
 - Costo de aditivo UV/gramo de producto
 - IMACEC
 - IPC
 - USD observado
8. Los datos que se utilizan para la construcción del modelo son los datos desde enero del 2013 a marzo de 2015.
9. Para la validación de los modelos, se utilizan los datos de abril a julio del 2015, estos datos son, los costos reales, y los márgenes de ganancia establecido por la empresa para dichos meses y los precios presupuestados, para posteriormente comparar los resultados de la estimación utilizando los modelos construidos v/s los resultados utilizando el método actual de la empresa para la estimación de los precios.

La Ilustración 2.2 muestra los pasos principales que guían el desarrollo del trabajo para dar con la solución de la problemática.

Ilustración 2.2 - Metodología



Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 2.2 se puede observar las etapas de la metodología para la obtención del modelo de predicción de precios, sin embargo para una mayor comprensión de lo que significó la construcción del modelo econométrico, se presenta un diagrama de flujo que permitirá comprender y guiar de mejor manera el procedimiento que se realizó.

2.6.2 Diagrama de flujo

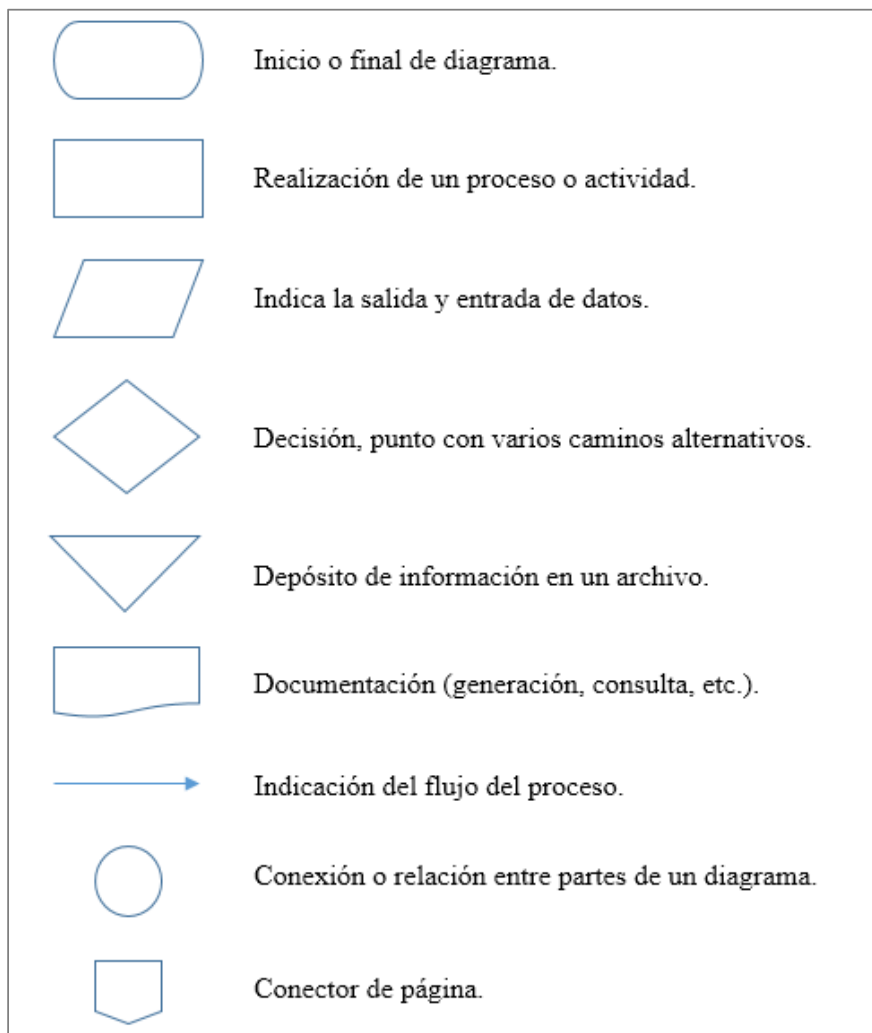
Un diagrama de flujo es una herramienta que permite realizar una representación gráfica de la secuencia de pasos que se realizan para la obtención de un resultado. (Fundación iberoamericana para la gestión de la calidad, 200?)

El diagrama de flujo permite facilitar la mejor comprensión de un proceso, proporcionando información clara, ordenada y concisa.

Para la construcción de un diagrama de flujo se debe considerar algunos pasos que guían su diseño, algunos de los que señala Sequeira Gutiérrez (2009) se mencionan a continuación:

- Establecer el objetivo que se persigue con el diseño del diagrama.
- Definir los límites de cada procedimiento mediante la identificación del primer y último paso que lo conforman.
- Identificar los pasos que están incluidos dentro de los límites de cada procedimiento y su orden cronológico.
- Identificar los puntos de decisión y desarrollarlos en forma de pregunta, la presentación de las dos ramas posibles correspondientes se identifican con los términos Si/No.
- Al tener identificados y ubicados los pasos en orden cronológico, es recomendable hacer una revisión del procedimiento para prevenir la omisión de pasos relevantes.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.

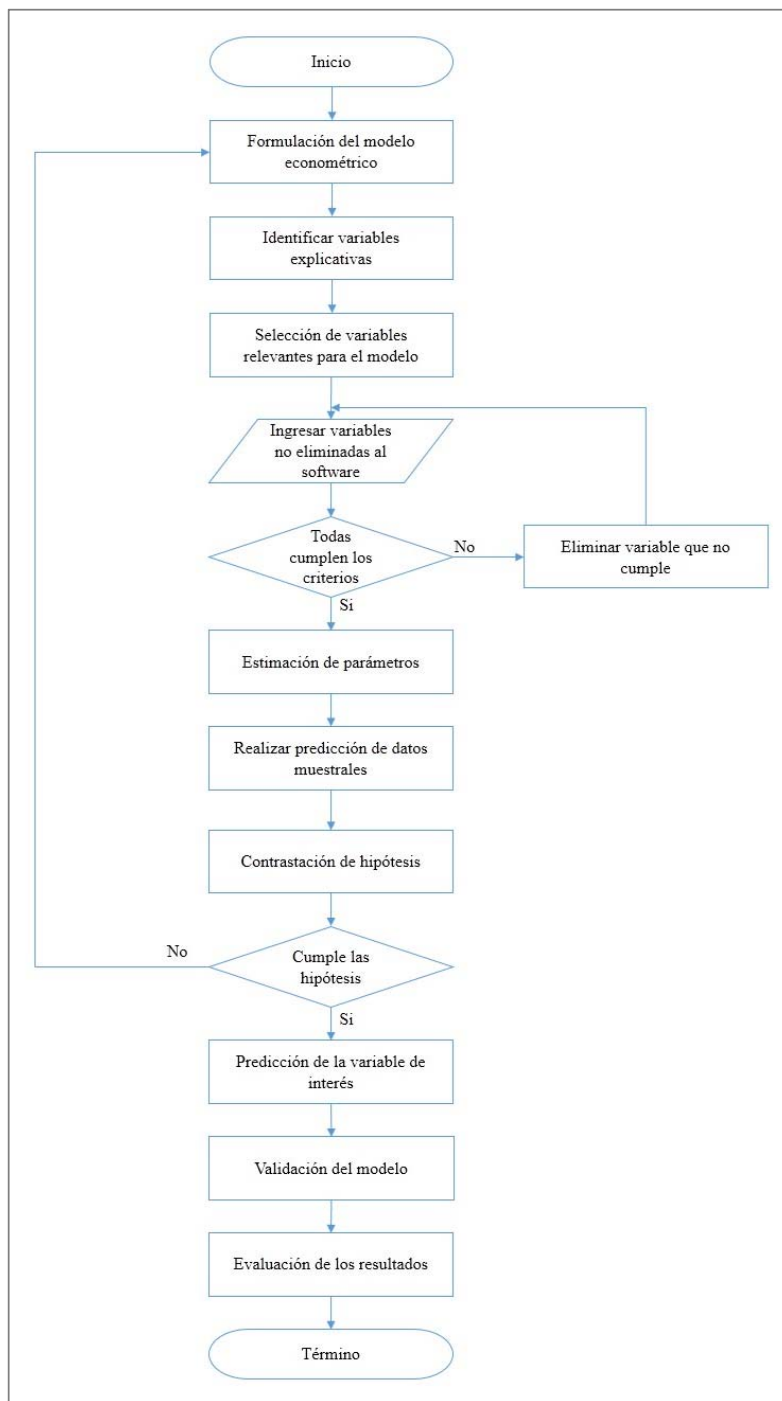
El lenguaje gráfico de los diagramas de flujo está compuesto por símbolos, estos son figuras que permitirán representar los conceptos que se introducirán en el diagrama y cada uno tiene un significado diferente, lo que garantiza que tanto la interpretación como el análisis del diagrama se realicen de forma clara y precisa. Dentro de los símbolos utilizados se encuentran los que ha desarrollado el Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI por sus siglas en inglés), dichos símbolos se muestran en la Ilustración 2.3 que se presenta a continuación:

Ilustración 2.3 - Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo

Fuente: <http://www.ansi.org/>.

Conociendo los puntos a considerar para la construcción de un diagrama de flujo, a continuación en la Ilustración 2.4 se presenta el diagrama de flujo que representará el procedimiento que se seguirá para la obtención del modelo econométrico de predicción de precios que se desarrollará.

Ilustración 2.4 - Diagrama de flujo de la metodología



Fuente: elaboración propia.

Capítulo 3 Aplicación de la metodología

En el presente capítulo se aplica lo presentado en la Ilustración 2.4 para la obtención del modelo econométrico, los resultados obtenidos se analizan en el Capítulo 4.

Como se menciona en la consideración número uno, el modelo se construye de forma que sea capaz de estimar los precios de los productos de forma temporal, esto debido a que la empresa debe ir adaptando los precios de acuerdo al objetivo estratégico del ROCE, lo cual implica utilizar una estrategia de precio variable que les permita ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a él, específicamente de forma mensual, por lo tanto la construcción del modelo debe considerar la estimación de los precios de esta manera.

Para la obtención del modelo de costos (consideración dos), primero se define la forma del modelo de acuerdo a la regresión lineal multivariable, los datos que se utilizan para la obtención del modelo y finalmente los pasos para conseguir el modelo que cumpla con los criterios expuestos en el capítulo anterior.

Para ese propósito se usa el software SPSS, que entrega las regresiones. El método utilizado para la obtención del modelo adecuado es el método hacia atrás, en el cual se introduce todas las variables explicativas consideradas, para luego ir eliminando aquellas que no cumplen con las pruebas de hipótesis señaladas en 2.5.5.

3.1 Forma del modelo econométrico de costos

El modelo de predicción de costos, mencionado en el capítulo anterior, se obtiene a partir de regresión lineal multivariable. Como hay diferentes productos con gramajes distintos, el modelo de costos deberá predecir en primer lugar el costo por gramo de producto (consideración 6), de tal forma que una vez conseguido, este sea multiplicado por el gramaje de cada producto de interés para obtener el costo total del producto.

Por lo anterior, el modelo de costos deberá tener la forma de la Ecuación 3.1:

$$\text{Costo por gramo de producto} = \beta_0 + \beta_1 X_1 \dots + \beta_k X_k$$

Ecuación 3.1 - Modelo de costo/gramo de producto

Que siendo multiplicado por los gramos del producto de interés quedará como se muestra en la Ecuación 3.2:

$$\text{Costo total de producto} = (\beta_0 + \beta_1 X_1 \dots + \beta_k X_k) \times \text{Gramos de producto}$$

Ecuación 3.2 - Modelo de costo total de producto

3.2 Datos utilizados para el modelo de predicción de costos

En primer lugar los datos utilizados son los datos de las preformas PET clear, preformas PET con pigmento y preformas PET con aditivo UV. Para ello se recopilieron los datos comprendidos de enero del 2013 a marzo del 2015, contando con 27 datos para realizar la regresión. Es por lo anterior y la consideración 5, que se realizan tres modelos de costos, uno para cada una de las sub categorías de productos.

La variable dependiente para cada uno de los modelos son las siguientes:

- Costo por gramo de producto de preforma PET clear.
- Costo por gramo de producto de preforma PET con pigmento.
- Costo por gramo de producto de preforma PET con aditivo UV.

Las variables explicativas que se consideran en primer lugar son los costos de las materias primas de los productos, que son las siguientes:

- Costos de resina PET: materia prima principal de las tres sub categorías de productos en estudio.
- Costos de pigmento: materia prima utilizada para darle los diferentes colores a los productos.
- Costos de aditivo UV: aditivo añadido para aquellos productos en los cuales el contenido de estos puede verse afectado por los rayos UV.

En segundo lugar se consideran variables explicativas económicas, con la finalidad de evaluar si al considerarlas ayudan a la obtención de un mejor modelo de predicción.

Las variables económicas a considerar han sido extraídas del análisis realizado por Dinamarca Pérez (2012) en su trabajo de “estimación de la demanda mediante modelos econométricos para los principales destinos turísticos”, en él realizó un análisis de correlación de las diferentes variables económicas, obteniendo que para un modelo econométrico como este enmarcado en la economía chilena, se deben tomar en cuenta las siguientes variables:

- IMACEC: este índice representa la actividad económica de Chile, abarcando aproximadamente el 90% de los bienes y servicios que componen el PIB. (Ministerio de Hacienda, 2015)
- IPC: este índice mide la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios, consumida por un hogar urbano del Gran Santiago. Su propósito es estimar la inflación (o deflación según sea el caso) doméstica. (Instituto Nacional de Estadísticas, 2015)
- USD observado: es el promedio, del valor del dólar norteamericano, de las transacciones realizadas el día anterior entre bancos y empresas. (Economía y Negocios, 2005)

En el Anexo 1 se presentan los valores de las variables explicativas.

3.3 Construcción de modelos

Se construirá los modelos de acuerdo al método descrito anteriormente. Con ello se observa los cambios que ocurren en el modelo al contener unas u otras variables, y los resultados son comparados para escoger aquel que mejor se ajusta al comportamiento observado de los costos de los productos.

Para los modelos se obtienen tres tablas de resultados::

- Tabla resumen del modelo: presenta los índices R^2 y \bar{R}^2 . Este último es el que tiene mayor relevancia.
- Tabla Anova⁶ del modelo: en esta tabla se presenta la suma de cuadrados debido a la regresión y a los residuos, los grados de libertad⁷, con la combinación de ambos⁸ se

⁶ Análisis de varianza.

⁷ Número total de observaciones menos el número de parámetros estimados.

⁸ Suma de cuadrados/grados de libertad.

obtiene la columna de media cuadrática, con la cual se obtiene el estadístico F^9 , además se presenta su significancia o valor p , los que se analizan para el análisis de hipótesis global del modelo.

- Tabla de coeficientes del modelo: se presentan los coeficientes β , sus errores estándar, los índices t y su valor p . A estos dos últimos se da la mayor relevancia para la prueba de hipótesis individual de los coeficientes.

3.3.1 Modelo para costos preformas PET clear

La variable dependiente es el costo por gramo de producto de preforma PET clear.

Las variables explicativas que se utilizan para este modelo son las siguientes:

Variables explicativas
<ul style="list-style-type: none"> • Costo resina PET por gramo de producto • USD observado • IMACEC • IPC

A partir de estas variables y basado en el método hacia atrás, se irá eliminando aquellas que no cumplan con los criterios establecidos anteriormente, y conforme a ello se formulará los modelos con las variables restantes. Finalmente obtenidos todos los modelos y tablas descritas, se realizará la comparación de ellos a fin de escoger aquel que sea el más adecuado.

Al ingresar las variables al software se obtuvieron los siguientes resultados:

3.3.1.1 Modelo 1: se considera a todas las variables explicativas

Tabla 3.1 - Resumen del modelo 1 preformas PET clear

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
1	0,7620	0,7188

Fuente: elaboración propia.

⁹ F= media cuadrática de la regresión/media cuadrática de los residuos.

Tabla 3.2 - Anova modelo 1 preformas PET clear

Modelo 1	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0150	4	0,0038	17,6138	<0,0001
Residuo	0,0047	22	0,0002		
Total	0,0197	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.3 - Coeficientes de modelo 1 preformas PET clear

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,4473	0,1731	2,5841	0,017
Costo resina PET	0,4005	0,1220	3,2818	0,003
USD observado	0,0002	0,0001	1,9058	0,070
IMACEC	0,0003	0,0017	0,4320	0,670
IPC	-0,0009	0,0013	-0,6939	0,495

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.2 Modelo 2: se elimina la variable IMACEC**Tabla 3.4 - Resumen del modelo 2 preformas PET clear**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
2	0,7600	0,7287

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.5 - Anova modelo 2 preformas PET clear

Modelo 2	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0150	3	0,0050	24,2816	<0,0001
Residuo	0,0047	23	0,0002		
Total	0,0197	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.6 - Coeficientes del modelo 2 preformas PET clear

Modelo 2	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,4413	0,1695	2,6041	0,0159
Costo resina PET	0,4148	0,1154	3,5958	0,0015
USD observado	0,0002	0,0001	2,2020	0,0380
IPC	-0,0007	0,0012	-0,5760	0,5702

Fuente: elaboración propia

3.3.1.3 Modelo 3: se elimina variable IPC**Tabla 3.7 - Resumen modelo 3 preformas PET clear**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
3	0,7566	0,7363

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.8 - Anova modelo 3 preformas PET clear

Modelo 3	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0149	2	0,0075	37,2950	<0,0001
Residuo	0,0048	24	0,0002		
Total	0,0197	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.9 - Coeficientes modelo 3 preformas PET clear

Modelo 3	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,3152	0,0641	5,4756	<0,0001
Costo resina PET	0,4307	0,1104	3,9003	0,0007
USD observado	0,0002	0,0000	2,4430	0,0223

Fuente: elaboración propia.

3.3.2 Modelo para costos preformas PET con pigmento

La variable dependiente es el costo por gramo de producto de preforma PET con pigmento.

Las variables explicativas que se usarán para este modelo son las siguientes:

Variables explicativas
<ul style="list-style-type: none"> • Costo resina PET por gramo de producto • Costo de pigmento por gramo de producto • USD observado • IMACEC • IPC

Al igual que en el procedimiento para el modelo para preformas PET clear, estas variables serán evaluadas y se irán eliminando aquellas que no cumplan con los criterios establecidos.

Finalmente el análisis de los modelos obtenidos serán evaluados en el Capítulo 4 para escoger aquel que se más adecuado.

Al ingresar las variables al software se obtienen los siguientes resultados.

3.3.2.1 Modelo 1: se considera a todas las variables explicativas

Tabla 3.10 - Resumen del modelo 1 preformas PET con pigmento

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
1	0,8053	0,7589

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.11 - Anova modelo 1 preformas PET con pigmento

Modelo 1	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0134	5	0,0027	17,3723	<0,0001
Residuo	0,0032	21	0,0002		
Total	0,0166	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.12 - Coeficientes modelo 1 preformas PET con pigmento

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,7352	0,1802	4,0793	0,0005
Costo resina PET	0,3323	0,1143	2,9078	0,0084
Costo pigmento	-1,5397	1,2709	-1,2116	0,2391
USD observado	0,0001	0,0001	0,9722	0,7021
IMACEC	0,0002	0,0006	0,3878	0,3420
IPC	-0,0019	0,0011	-1,7482	0,0950

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.2 Modelo 2: se elimina la variable IMACEC**Tabla 3.13 - Resumen modelo 2 preformas PET con pigmento**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
2	0,8039	0,7683

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.14 - Anova modelo 2 preformas PET con pigmento

Modelo 2	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0134	4	0,0033	22,5486	<0,0001
Residuo	0,0033	22	0,0001		
Total	0,0166	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.15 - Coeficientes modelo 2 preformas PET con pigmento

Modelo 2	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,7316	0,1765	4,1456	0,0004
Costo resina PET	0,3428	0,1089	3,1476	0,0047
Costo pigmento	-1,5521	1,2457	-1,2460	0,2259
USD observado	0,0001	0,0001	1,1608	0,2582
IPC	-0,0018	0,0010	-1,7744	0,0898

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.3 Modelo 3: se elimina la variable USD observado**Tabla 3.16 - Resumen modelo 3 preformas PET con pigmento**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
3	0,7919	0,7648

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.17 - Anova modelo 3 preformas PET con pigmento

Modelo 3	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0132	3	0,0044	29,1748	<0,0001
Residuo	0,0035	23	0,0002		
Total	0,0166	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.18 - Coeficientes modelo 3 preformas PET con pigmento

Modelo 3	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,7902	0,1704	4,6376	0,0001
Costo resina PET	0,3893	0,1020	3,8152	0,0009
Costo pigmento	-2,0785	1,1690	-1,7780	0,0886
IPC	-0,0021	0,0010	-2,1923	0,0387

Fuente: elaboración propia.

3.3.3 Modelo para costos preformas PET con aditivo UV

La variable dependiente es el costo por gramo de preforma PET con aditivo UV.

Las variables explicativas que se usarán para este modelo son las siguientes:

Variables explicativas
<ul style="list-style-type: none"> • Costo resina PET por gramo de producto • Costo de aditivo UV por gramo de producto • USD observado • IMACEC • IPC

El procedimiento para la obtención del modelo de costos para las preformas PET con aditivo UV es el mismo que se siguió para los modelos anteriores, en donde la comparación de los modelos se realizará en el Capítulo 4.

Al ingresar las variables al software se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

3.3.3.1 Modelo 1: se considera a todas las variables explicativas

Tabla 3.19 - Resumen modelo 1 preformas PET con aditivo UV

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
1	0,7505	0,6911

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.20 - Anova modelo 1 preformas PET con aditivo UV

Modelo 1	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0226	5	0,0045	12,6360	<0,0001
Residuo	0,0075	21	0,0004		
Total	0,0301	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.21 - Coeficientes modelo 1 preformas PET con aditivo UV

Modelo 1	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,4056	0,2743	1,4789	0,1540
Costo resina PET	0,5735	0,1739	3,2972	0,0034
Costo aditivo UV	-0,3376	0,9392	-0,3595	0,7228
USD observado	0,0002	0,0001	1,3147	0,2028
IMACEC	0,0000	0,0090	0,0090	0,9929
IPC	-0,0002	0,0017	-0,1416	0,8888

Fuente: elaboración propia.

3.3.3.2 Modelo 2: se elimina la variable IMACEC**Tabla 3.22 - Resumen modelo 2 preformas PET con aditivo UV**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
2	0,7505	0,7052

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.23 - Anova modelo 2 preformas PET con aditivo UV

Modelo 2	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0226	4	0,0056	16,5470	<0,0001
Residuo	0,0075	22	0,0003		
Total	0,0301	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.24 - Coeficientes modelo 2 preformas PET con aditivo UV

Modelo 2	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,4055	0,2676	1,5152	0,1440
Costo resina PET	0,5739	0,1651	3,4750	0,0021
Costo aditivo UV	-0,3378	0,9173	-0,3683	0,7162
USD observado	0,0002	0,0001	1,4118	0,1720
IPC	-0,0002	0,0015	-0,1543	0,8788

Fuente: elaboración propia.

3.3.3.3 Modelo 3: se elimina la variable IPC**Tabla 3.25 - Resumen modelo 3 preformas PET con aditivo UV**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
3	0,7503	0,7177

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.26 - Anova modelo 3 preformas PET con aditivo UV

Modelo 3	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0226	3	0,0075	23,0324	<0,0001
Residuo	0,0075	23	0,0003		
Total	0,0301	26			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.27 - Coeficientes modelo 3 preformas PET con aditivo UV

Modelo 3	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,3702	0,1359	2,7247	0,0121
Costo resina PET	0,5815	0,1542	3,7721	0,0010
Costo aditivo UV	-0,3090	0,8788	-0,3516	0,7283
USD observado	0,0002	0,0001	1,5563	0,1333

Fuente: elaboración propia.

3.3.3.4 Modelo 4: se elimina la variable costo aditivo UV**Tabla 3.28 - Resumen modelo 4 preformas PET con aditivo UV**

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado
4	0,7489	0,7280

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.29 - Anova modelo 4 preformas PET con aditivo UV

Modelo 4	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	P-value
Regresión	0,0225	2	0,0113	35,7937	<0,0001
Residuo	0,0076	24	0,0003		
Total	0,0301	26			

Fuente elaboración propia.

Tabla 3.30 - Coeficientes modelo 4 preformas PET con aditivo UV

Modelo 4	Coeficientes no estandarizados		t	P-value
	β	Error estándar		
Constante	0,3321	0,0804	4,1288	0,0004
Costo resina PET	0,6034	0,1385	4,3572	0,0002
USD observado	0,0002	0,0001	1,8000	0,0845

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 4 Análisis de resultados

En el presente capítulo se analiza los resultados obtenidos en el Capítulo 3, para posteriormente realizar la elección de aquellos modelos que sean más adecuados para cada sub categoría, luego se procede a comprobar que cada uno de ellos cumpla con los supuestos descritos en 2.5.7.

El procedimiento para la obtención del modelo de costos para cada una de las sub categorías, en primer lugar consta de la detección de las posibles variables explicativas, posteriormente para cada uno de los modelos se obtiene una tabla resumen en la que se encuentran los coeficientes R^2 y \bar{R}^2 , que permiten visualizar principalmente mediante este último, el porcentaje de variación de la variable dependiente Y que es explicada por la regresión. Luego para la evaluación de las variables explicativas consideradas, se realizó el método hacia atrás, el cual consiste en incluir en el modelo todas las variables explicativas a evaluar, para luego ir eliminando aquellas que no cumplan con las pruebas de hipótesis de evaluación global de los modelos medido con la prueba F y la evaluación de los coeficientes individualmente realizada con la prueba t .

4.1 Modelo de costos para preformas PET clear

Como se mencionó anteriormente, el análisis primeramente estará enfocado en conseguir un modelo con las variables adecuadas para este, de forma que cada variable que lo integre, estadísticamente sea un aporte para el modelo de costos de preformas PET clear.

4.1.1 Análisis modelo 1 costos preformas PET clear

Los resultados obtenidos tras la inclusión de todas las variables explicativas consideradas para el modelo de costos para las preformas PET, se encuentran en 3.3.1.1.

Se observa en la Tabla 3.1 que el coeficiente \bar{R}^2 tiene un valor de 0,7188, lo cual implica que la regresión explica un 71,88% de la variación de la variable dependiente, valor que por la Tabla 2.1, es considerado como bueno.

En la Tabla 3.2, se observa un valor de F igual a 17,6138, con un valor p menor que 0,0001, lo cual por lo mencionado en 2.5.5.2, la hipótesis nula de que los coeficientes del modelo son simultáneamente cero, se rechaza.

En la Tabla 3.3, se realiza la prueba t para todos los coeficientes, por lo mencionado en 2.5.5.1, la hipótesis nula a contrastar es que el coeficiente individualmente tiene un valor igual a 0. Al observar el valor p de cada coeficiente, se observa que el de la variable IMACEC, obtiene un valor p muy alto, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, significando que el IMACEC no tiene influencia en la variable dependiente, por lo que esta es eliminada y se realiza la regresión nuevamente sin esta variable, obteniendo los resultados que se muestra en 3.3.1.2.

4.1.2 Análisis modelo 2 costos preformas PET clear

Tras haber eliminado la variable IMACEC, en la Tabla 3.4 se ve el aumento producido en el coeficiente \bar{R}^2 , teniendo ahora un valor de 0,7287, con lo cual este modelo explica un 72,87% de la variación de la variable dependiente, que por la Tabla 2.1 es considerado como bueno.

En la Tabla 3.5 se observa un valor F de la regresión igual a 24,2816, con un valor p menor que 0,0001, lo cual por lo mencionado en 2.5.5.2, la hipótesis nula de que los coeficientes del modelo son simultáneamente igual a cero, se rechaza.

En la Tabla 3.6 se muestra la prueba t realizada para todos los coeficientes del modelo. En esta al analizar el valor p de cada uno de los coeficientes, se observa que el de la variable explicativa IPC, obtiene un valor p muy alto en comparación al resto, y con el cual no se rechaza la hipótesis nula mencionada en 2.5.5.1, por lo tanto se concluye que la variable IPC no tiene influencia en la variable dependiente y es eliminada del modelo.

4.1.3 Análisis modelo 3 costos preformas PET clear

Al eliminar la variable IPC, se realiza nuevamente una regresión ingresando al modelo las variables explicativas restantes, obteniendo los resultados que se muestran en 3.3.1.3.

En la Tabla 3.7 se muestra el resumen del modelo tras haber eliminado la variable IPC, en esta se observa el aumento producido en el coeficiente \bar{R}^2 , teniendo ahora un valor de 0,7363,

lo que indica que el modelo explica un 73,63% de la variación de la variable dependiente, valor que por la Tabla 2.1 es considerado como bueno.

En la Tabla 3.8 se realiza la prueba de significancia global de la regresión, en donde el valor F obtenido tiene un valor de 37,2950 con una significancia o valor p menor que 0,0001, que de acuerdo a lo mencionado en 2.5.5.2, la hipótesis nula de que los coeficientes del modelo son simultáneamente igual a cero, resulta rechazada.

La prueba de hipótesis sobre los coeficientes individuales de regresión de este modelo se encuentra en la Tabla 3.9, que al analizar el valor p de cada uno de los coeficientes de las variables, se observa que cada uno de ellos es lo suficientemente bajo para rechazar la hipótesis nula mencionada en 2.5.5.1, por lo que cada una de las variables es relevante para el modelo.

4.1.4 Elección del modelo de costos para preformas PET clear

Para poder realizar la elección del modelo más adecuado, se tendrá presente el procedimiento de las pruebas de hipótesis anteriores, como también la comparación directa entre los modelos en términos de R^2 , \bar{R}^2 , error estándar de estimación, media absoluta de porcentaje de error (MAPE) criterio de Akaike (AIC) y criterio de Amemiya (PC)

A continuación en la Tabla 4.1 se muestra la comparación de los tres modelos evaluados anteriormente en función de los coeficientes mencionados, demostrando de manera más clara los resultados que llevan a escoger el modelo final.

Tabla 4.1 - Resumen de los modelos de costos para preformas PET clear

Coefficientes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
R^2	0,7620	0,7600	0,7566
\bar{R}^2	0,7188	0,7287	0,7363
Error estándar	0,0146	0,0143	0,0141
MAPE	1,3877	1,4099	1,4102
AIC	-223,7506	-225,5226	-227,1360
PC	0,3461	0,3234	0,3043

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar de la Tabla 4.1, a medida que se va eliminando la variable que no supera la prueba t , el \bar{R}^2 aumenta, lo que implica una mejora en la predicción de la variable dependiente.

Los otros coeficientes mostrados en la Tabla 4.1 muestran en su mayoría el mismo comportamiento que el presentado por \bar{R}^2 , como es la disminución del error estándar, y la mejora presentada en los criterios de Akaike y Amemiya, lo que confirma la mejora del modelo.

Debido a lo anterior se concluye que el mejor modelo dentro de los comparados, es el modelo 3, el cual considera las variables costo resina PET y USD observado.

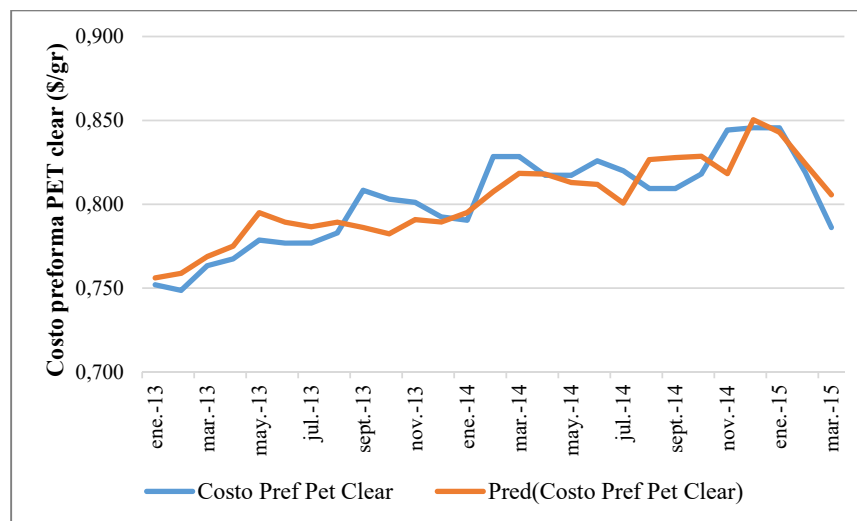
La Ecuación 4.1 representa la ecuación del modelo de costos/gramo de producto para las preformas PET clear obtenido a partir de la Tabla 3.9, y se presenta a continuación:

$$C(\text{pref PET Clear})_t = 0,3512 + 0,4307 \times C(\text{resina PET})_t + 0,0002 \times \text{USD obs}_t$$

Ecuación 4.1 - Modelo de costos preformas PET clear

La gráfica del valor real¹⁰ v/s valor predicho se muestra en la Ilustración 4.1:

Ilustración 4.1 - Valor real v/s valor predicho de costo preformas PET clear



Fuente: elaboración propia.

¹⁰ Valor dado por la empresa en base a su información contable una vez fabricadas las preformas.

En la gráfica de la Ilustración 4.1 se puede observar el comportamiento que tiene la predicción del costo de las preformas PET clear respecto al valor real de este en el tiempo, en donde se puede apreciar que el comportamiento de la predicción sigue un comportamiento muy similar al valor real. En el primer semestre en estudio la predicción se sitúa por sobre el valor real, sin embargo el semestre siguiente es el valor real el que se encuentra sobre la predicción. En el comienzo del año 2014 el valor real está sobre la predicción, no obstante existen puntos en los que el valor real y la predicción se encuentran muy cercanos, luego en el segundo semestre la predicción está por sobre el valor real, acercándose cada vez más más este, para finalmente en el primer trimestre del 2015 ser muy cercanos el uno del otro.

4.2 Modelo de costos para preformas PET con pigmento

El procedimiento para la obtención del modelo de costos para las preformas PET con pigmento, es el mismo que para el de las preformas PET clear, en donde se busca obtener el mejor modelo de predicción y con aquellas variables explicativas que tengan relación con la variable dependiente.

4.2.1 Análisis modelo 1 costos preformas PET con pigmento

Los resultados obtenidos tras la inclusión de todas las posibles variables explicativas para el modelo de costos de preformas PET con pigmento se encuentran en 3.3.2.1.

En la Tabla 3.10 se encuentran los coeficientes de bondad de ajuste del modelo, en donde el más importante es \bar{R}^2 , el cual toma un valor de 0,7589, lo que significa que este modelo logra explicar un 75,89% de la variación de la variable dependiente, que por la clasificación mostrada en la Tabla 2.1, es un \bar{R}^2 calificado como bueno.

El análisis global de este modelo se encuentra en la Tabla 3.11, en la cual se observa que el modelo obtiene un valor F igual a 17,3723, con un valor p menor que 0,0001, que tras lo mencionado en 2.5.5.2, se concluye que se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes del modelo son simultáneamente cero.

En la Tabla 3.12 se realiza la prueba t para todos los coeficientes de las variables ingresadas al modelo. De la tabla se puede observar que el coeficiente de la variable IMACEC posee un valor p muy alto en comparación a los valores del resto de los coeficientes, por lo que la hipótesis nula para dicho coeficiente no se puede rechazar, lo que implica que la variable IMACEC no tiene influencia en la variable dependiente y por lo tanto esta variable debe ser eliminada, para realizar una nueva regresión.

4.2.2 Análisis modelo 2 costos preformas PET con pigmento

Luego de haber eliminado la variable IMACEC como variable explicativa para el modelo, en 3.3.2.2 se encuentran los resultados de la nueva regresión.

En la Tabla 3.13 se observa un aumento en el coeficiente \bar{R}^2 , teniendo en esta ocasión un valor igual a 0,7683, lo cual significa que este modelo explica un 76,83% de la variación de la variable dependiente, valor que por la Tabla 2.1 es considerado como bueno.

La prueba F para el modelo se encuentra en la Tabla 3.14, en donde se observa un valor F igual a 22,5486 y un valor p menor que 0,0001, lo cual significa que por lo estipulado en 2.5.5.2, la hipótesis de que los coeficientes del modelo son simultáneamente cero, se rechaza.

La Tabla 3.15 contiene la prueba t realizada a todos los coeficientes de las variables del modelo y el respectivo valor p de cada una, al analizar los valores, se observa que ya no existen valores tan altos como en el caso anterior, no obstante la variable USD Observado, que es la que posee el valor p más alto, será eliminada para realizar una nueva regresión y ver cómo se comporta el modelo.

4.2.3 Análisis modelo 3 costos preformas PET con pigmento

Tras eliminada la variable USD observado y realizada una nueva regresión con las variables restantes, se obtuvieron los resultados mostrados en 3.3.2.3.

La Tabla 3.16 muestra que hubo una disminución a pesar de haberle quitado una variable al modelo en el coeficiente \bar{R}^2 tras eliminar la variable costo pigmento, el coeficiente tiene un valor de 0,7648, lo que significa que el modelo explica un 76,48% de la variación de la variable dependiente, valor considerado bueno por la Tabla 2.1. Además se puede observar que el

coeficiente tuvo, aunque muy levemente, una disminución en el coeficiente, sin embargo se profundizará más en esto en 4.2.4.

En la Tabla 3.17, se realiza la prueba F para el modelo, obteniendo un valor igual a 29,1748, y un valor p menor que 0,0001, que por lo indicado en 2.5.5.2, la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las variables ingresadas al modelo son simultáneamente cero, es rechazada.

La prueba t realizada para cada uno de los coeficientes del modelo, se encuentra en la Tabla 3.18, en la cual se puede observar el valor p obtenido para cada uno de ellos. Al analizar dichos valores se puede observar que ninguno de los coeficientes tiene un valor p alto, por lo tanto se puede concluir que todas las variables son relevantes para el modelo.,

4.2.4 Elección del modelo de costos para preformas PET con pigmento

Para realizar la elección del modelo de costos que sea más adecuado para las preformas PET con pigmento, se seguirá el mismo procedimiento que para el modelo de preformas PET clear. Para ello se compararán los coeficientes R^2 , \bar{R}^2 , error estándar de estimación, MAPE y criterios de Akaike y Amemiya de los tres modelos obtenidos.

Esta comparación se muestra en la Tabla 4.2 que se presenta a continuación:

Tabla 4.2 - Resumen de los modelos de costos para preformas PET con pigmento

Coefficientes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
R^2	0,8053	0,8039	0,7919
\bar{R}^2	0,7589	0,7683	0,7648
Error estándar	0,0124	0,0122	0,0123
MAPE	1,1455	1,1649	1,1484
AIC	-231,7651	-233,5724	-233,9673
PC	0,3059	0,2852	0,2805

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4.2 se debe observar el comportamiento que tiene el coeficiente \bar{R}^2 , debido a que este brindará información sobre el efecto que tienen las variables en el modelo. Como se mencionaba en la definición de este coeficiente en 2.5.6.4, \bar{R}^2 castiga la inclusión de variables

al modelo de regresión, de forma tal que la tendencia de este coeficiente es ir disminuyendo a medida que se le incluyen variables.

En la Tabla 4.2 , se puede apreciar que al pasar del modelo 1 al modelo 2, el coeficiente \bar{R}^2 , como era de esperarse, aumenta, sin embargo al pasar del modelo 2 al modelo 3, el coeficiente disminuye levemente, lo que podría significar que la variable USD observado podría aportar en la explicación de la variable dependiente.

La decisión se complementará con la observación de los otros coeficientes, en donde lo poco que podría explicar la variable USD observado, no se ve reflejado en una mejora en dichos coeficientes, en donde el MAPE, AIC y PC señalan que el modelo 3 es mejor, además considerando que en dicho modelo todas las variables se encuentran estadísticamente validadas, se decide elegir el modelo 3 como modelo de predicción de costos para las preformas PET con pigmento, el cual está formado por las variables costo resina PET, costo pigmento e IPC.

De esta forma la ecuación del modelo de costos por gramo de producto para las preformas PET con pigmento, obtenida de la Tabla 3.15, queda representada por la Ecuación 4.2 que se presenta a continuación:

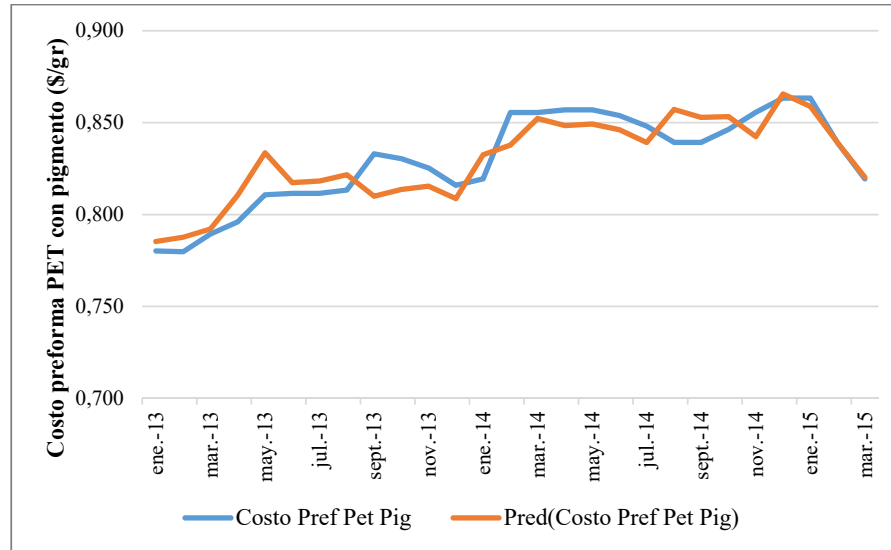
$$C(pref\ PET\ pig)_t = 0,7902 + 0,3893 \times C(resina\ PET)_t - 0,0021 \times IPC_t - 2,0785 \times C(pig)_t$$

Ecuación 4.2 - Modelo de costos preformas PET con pigmento

Se debe observar que la ecuación presenta un valor negativo en los parámetros del IPC y del costo del pigmento, lo que significa que a medida que aumenten estas variables el costo disminuirá. El hecho de que el parámetro de la variable costo pigmento sea negativa llama la atención, ya que lo lógico sería que fuera positiva, no obstante las variables por lo desarrollado anteriormente, están estadísticamente correctas para el modelo, sin embargo para poder confirmar esto, en 4.4.2 se realiza la prueba del cumplimiento de los supuestos de un modelo de estas característica, de tal forma de confirmar que el modelo esté bien especificado, y posteriormente en 5.2 se verifica si el modelo obtenido es una buena representación de la realidad.

La gráfica del valor real¹¹ v/s valor predicho se muestra en la Ilustración 4.2:

Ilustración 4.2 - Valor real v/s valor predicho de costo preformas PET PIG



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Ilustración 4.2 se puede observar que la predicción sigue un comportamiento muy similar al valor real de los costos de las preformas PET con pigmento, en donde en el primer semestre del 2013 se encuentra sobre el valor real del costo de las preformas PET con pigmento, para luego ser este último el que está sobre la predicción en el segundo semestre del 2013. Además aprecia que en el primer semestre del 2014 las curvas se muestran más cercanas, estando la curva del valor real levemente por sobre la de la predicción, para terminar el año en el tercer trimestre la predicción por sobre la curva del valor real, y en el cuarto trimestre el valor real por sobre la predicción. Desde diciembre del año 2014 y hasta el término del primer trimestre del 2015 la predicción y el valor real de los costos se muestran muy parejos, con una diferencia muy leve en el mes de enero.

¹¹ Valor dado por la empresa en base a su información contable una vez fabricadas las preformas.

4.3 Modelo de costos para preformas PET con aditivo UV

El procedimiento para conseguir el modelo de costos para las preformas PET con aditivo UV, sigue los mismos pasos utilizados para los dos modelos anteriores, en donde la finalidad es conseguir aquel modelo que contenga variables que estadísticamente tengan influencia en la variable dependiente, y que a su vez tenga el mejor comportamiento en la predicción.

4.3.1 Análisis modelo 1 costos preformas PET con aditivo UV

En primer lugar se realiza un modelo en el que se incluyen todas las variables explicativas consideradas, obteniendo los resultados que se encuentran en 3.3.3.1.

En la Tabla 3.19 se muestran los valores de los coeficientes de bondad de ajuste del modelo, en donde el que tiene mayor importancia es el coeficiente \bar{R}^2 que tiene un valor igual a 0,6911, lo que significa que este modelo logra explicar un 69,11% de la variación de la variable dependiente, valor que por la Tabla 2.1, es considerado bueno.

El análisis global de este modelo se encuentra en la Tabla 3.20, en la que se puede apreciar la prueba F , que tiene un valor igual a 12,6360 con un valor p menor que 0,0001, que por lo mencionado en 2.5.5.2, se concluye que la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las variables incluidas al modelo son simultáneamente cero, resulta rechazada.

La prueba t realizada a los coeficientes de las variables del modelo se puede apreciar en la Tabla 3.21, en la cual se observa que hay dos variables (IMACEC e IPC) que tienen un valor p considerablemente alto, siendo IMACEC, la variable con el mayor valor, por lo que para esta variable por lo mencionado en 2.5.5.1 no se puede rechazar la hipótesis nula de significancia individual, lo que se traduce en que esta no tiene influencia en la explicación de la variable dependiente, por lo que es eliminada del modelo.

4.3.2 Análisis modelo 2 costos preformas PET con aditivo UV

Tras la eliminación de la variable IMACEC, se realizó la regresión con las variables explicativas restantes, obteniendo los resultados que se encuentran en 3.3.3.2.

En la Tabla 3.22 se observa que la eliminación de la variable IMACEC tiene un efecto positivo en el coeficiente \bar{R}^2 , teniendo en este caso un valor igual a 0,7052, lo cual significa que

este modelo explica un 70,52% de la variación de la variable dependiente, que por la *Tabla 2.1*, es considerado como bueno.

En la *Tabla 3.23* se muestran los resultados de la prueba de significancia global realizada al modelo, donde la prueba F obtiene un valor igual a 16,5470 con un valor p menor que 0,0001, que con lo mencionado en 2.5.5.2, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las variables son simultáneamente cero.

La prueba de hipótesis sobre los coeficientes individuales de regresión, se encuentra en la *Tabla 3.24*, en donde se observa la prueba t realizada junto al valor p de cada una. En esta se aprecia que el coeficiente de la variable IPC presenta un valor p considerablemente alto, por lo que según lo mencionado en 2.5.5.1, la hipótesis nula no se rechaza, lo que se traduce en que esta variable no tiene influencia en la variable dependiente, por lo tanto es eliminada.

4.3.3 Análisis modelo 3 costos preformas PET con aditivo UV

Los resultados de la nueva regresión habiendo eliminado la variable IMACEC e IPC, se presentan en 3.3.3.3.

En la *Tabla 3.25* se observan los coeficientes de bondad de ajuste del modelo, en donde se puede apreciar que al eliminar la variable IPC se obtiene una mejora en el coeficiente \bar{R}^2 , teniendo en este caso un valor igual a 0,7177, lo que significa que esta vez el modelo obtenido explica un 71,77% de la variación de la variable dependiente, valor que por la *Tabla 2.1* es considerado como bueno.

La prueba de significancia global del modelo se presenta en la *Tabla 3.26*, en la que se puede apreciar que la prueba F de este tiene un valor igual a 23,0324 con un valor p menor que 0,0001, que por lo mencionado en 2.5.5.2 la hipótesis nula de que todos los coeficientes son simultáneamente cero, es rechazada.

La *Tabla 3.27*, contiene la prueba de hipótesis sobre los coeficientes individuales de regresión, en donde se aprecia la prueba t y el valor p respectivo para cada uno de los coeficientes. En esta se puede observar que el coeficiente de la variable costo aditivo UV, presenta un valor p considerablemente alto y que por lo indicado en 2.5.5.1, la hipótesis nula para esta variable no se rechaza, lo que significa que la variable costo aditivo UV no tiene

influencia significativa en el comportamiento de la variable dependiente, por lo cual esta variable es eliminada para realizar una nueva regresión.

4.3.4 Análisis modelo 4 costos preformas PET con aditivo UV

Tras eliminar la variable costo aditivo UV y realizar una nueva regresión con las variables explicativas restantes se obtuvieron los resultados que se encuentran en 3.3.3.4.

De la Tabla 3.28 se puede apreciar que el coeficiente \bar{R}^2 nuevamente presenta un aumento, teniendo esta vez un valor de 0,7280, lo cual significa que el presente modelo explica un 72,80% de la variación de la variable dependiente, valor que es considerado bueno por lo indicado en la Tabla 2.1.

La Tabla 3.29 contiene la prueba de significancia global del modelo, en la que se puede apreciar que la prueba F tiene un valor igual a 35,7937 con un valor p menor que 0,0001, con dichos valores, y con lo que se ha indicado en 2.5.5.2, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes son simultáneamente cero.

Por último en la Tabla 3.30 se encuentra la prueba t realizada a los coeficientes de las variables de la regresión, en la cual se puede observar el valor p de cada uno de ellos. En este modelo todos los coeficientes poseen un valor p considerablemente bajo, que con lo dicho 2.5.5.1, se concluye que la hipótesis nula es rechazada para cada uno de los coeficientes, por lo tanto todas estas variables tienen una influencia significativa en la variable dependiente.

4.3.5 Elección del modelo de costos para preformas PET con aditivo UV

Para tomar la decisión de qué modelo es el más adecuado, se seguirá con el procedimiento utilizado en los modelos de costos para las preformas PET clear y preformas PET con pigmento. Para ello se compararán los coeficientes R^2 , \bar{R}^2 , error estándar de estimación, MAPE y criterios de Akaike y Amemiya obtenidos para cada uno de los modelos.

Los coeficientes obtenidos se muestran en la Tabla 4.3 que se presenta a continuación:

Tabla 4.3 - Resumen de los modelos de costos para preformas PET con aditivo UV

Coefficientes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
R^2	0,7505	0,7505	0,7503	0,7489
\bar{R}^2	0,6911	0,7052	0,7177	0,7280
Error estándar	0,0189	0,0185	0,0181	0,0177
MAPE	1,5069	1,5065	1,5021	1,5387
AIC	-209,0885	-211,0884	-213,0592	-214,9145
PC	0,3920	0,3629	0,3366	0,3138

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.3, a medida que se iban eliminando aquellas variables que no cumplían con las hipótesis de significancia iban mejorando los coeficientes del modelo, a excepción de R^2 el cual es entendible ya que este tiene un aumento propio al aumentar el número de variables al modelo, por lo que su disminución no es preocupante. El MAPE presenta un leve aumento en el modelo 4 respecto a los demás, no obstante este porcentaje de error sigue siendo bajo, en torno al 1,5%, por lo que tampoco es preocupante.

Analizando los demás coeficientes, se puede apreciar que para el \bar{R}^2 el modelo 4 es el que presenta el valor mayor, traducido en que el modelo es capaz de explicar el 72,9% del comportamiento de la variable dependiente. El error estándar también es mejor en el modelo 4, teniendo el menor valor comparado con los otros tres modelos. Los criterios de Akaike (AIC) y de Amemiya (PC), como era de esperarse, también indican que el modelo 4 es el mejor modelo, teniendo los valores más bajos que los otros tres modelos de la comparación.

Por todo lo anterior, la decisión de qué modelo utilizar es el modelo 4, el cual contiene las variables explicativas, costo resina PET y USD observado.

La ecuación del modelo de costos por gramo de producto para las preformas PET con aditivo UV se obtiene de la Tabla 3.30 y queda representada por la Ecuación 4.3 que se presenta a continuación:

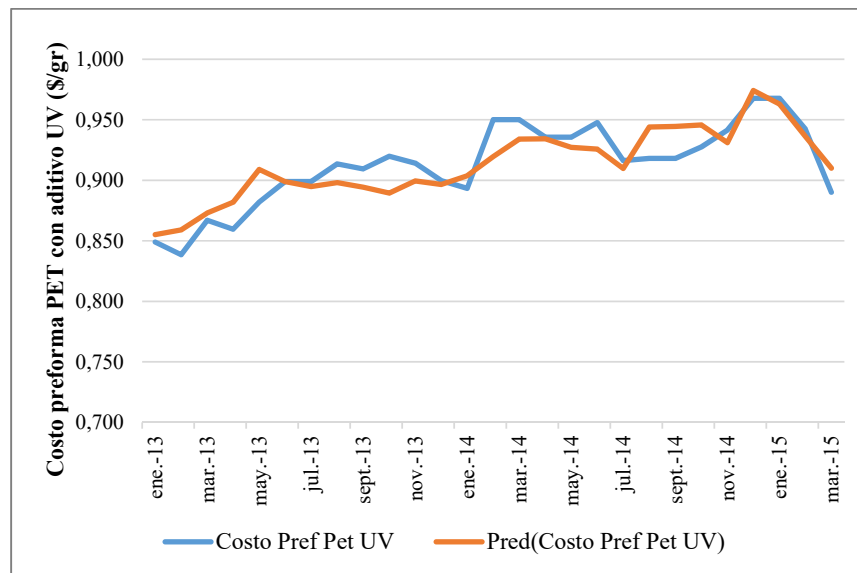
$$C(\text{pref PET UV})_t = 0,3321 + 0,6034 \times C(\text{resina PET})_t + 0,0002 \times USD \text{ obs}_t$$

Ecuación 4.3 - Modelo de costos preformas PET con aditivo UV

Se debe observar que la Ecuación 4.3 no contiene la variable costo aditivo UV, esto debido a los criterios estadísticos anteriormente empleados para la obtención del modelo que contuviera las variables estadísticamente significativas.

La gráfica del valor real¹² v/s valor predicho se muestra en la Ilustración 4.3:

Ilustración 4.3 - Valor real v/s valor predicho de costo preformas PET UV



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Ilustración 4.3 se pueden apreciar los comportamientos en el tiempo del valor real de los costos de las preformas PET con aditivo UV y la predicción de estos, en donde se observa que el comportamiento que sigue la curva de la predicción es muy similar al de la curva real de los costos. Se puede apreciar que durante el primer semestre del año 2013, la curva de predicción se encuentra por sobre el valor real de los costos, siendo al revés para el segundo semestre en el cual el valor real se encuentra sobre la predicción. En el año 2014 el valor real de los costos se encuentra por sobre la predicción, mostrándose muy cercanos en los meses de abril y mayo. Luego el tercer trimestre del año 2014 se puede observar que la curva de predicción está sobre la curva del valor real de los costos, no obstante desde noviembre del

¹² Valor dado por la empresa en base a su información contable una vez fabricadas las preformas.

2014 y hasta el final del primer trimestre del año 2015, las curvas se comportan prácticamente de igual forma.

4.4 Análisis de cumplimiento de supuestos

Luego de haber determinado los modelos de costos para cada sub categoría de productos, estos deben dar cumplimiento a cada uno de los supuestos descritos en 2.5.7 para los modelos de regresión lineal multivariable, de tal forma de confirmar la correcta especificación de ellos, si los modelos son capaces de cumplir con cada uno de los supuestos, estarán correctamente especificado, de lo contrario deberá corregirse. Una vez confirmado que estén correctamente especificados, los modelos son sometidos a la validación con datos reales.

De esta forma a continuación se harán las pruebas descritas para cada modelo.

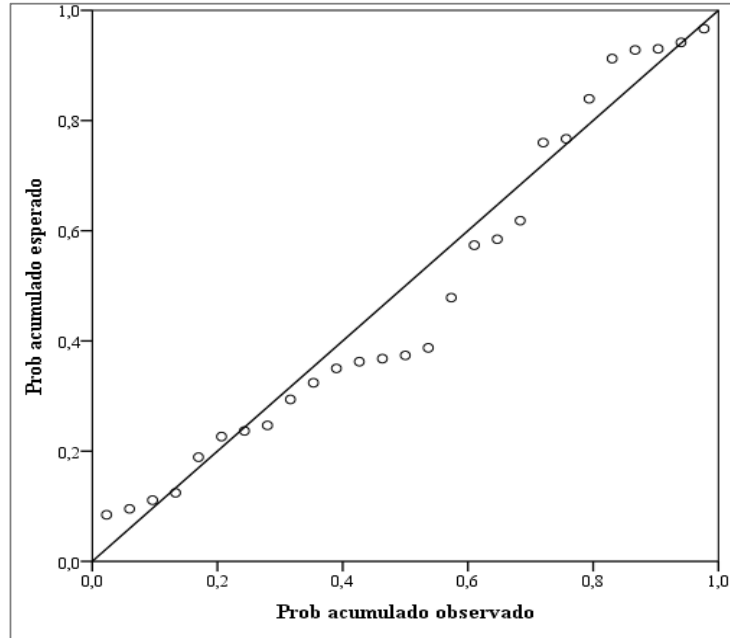
4.4.1 Modelo de costos preformas PET clear

Las pruebas de los supuestos se hizo a partir de la regresión del modelo 3 de costos preformas PET clear, y se obtuvieron los siguientes resultados:

4.4.1.1 Normalidad

En primer lugar se muestra la gráfica de probabilidad normal obtenida para esta regresión, para luego hacer un contraste con los test de Shapiro y Wilks, el histograma se muestra en el Anexo 2.

En la Ilustración 4.4 se muestra la gráfica de probabilidad normal obtenida para el modelo.

Ilustración 4.4 - Gráfico de normalidad modelo de costos preformas PET clear

Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Ilustración 4.4, se puede observar que la nube de puntos se ajusta de buena manera a la recta de normalidad, lo que significa que la distribución de los residuos de la regresión es normal, no obstante se realiza el test de Shapiro y Wilks para confirmar que los residuos estén distribuidos normalmente. El test se muestra en la Tabla 4.4 que se presenta a continuación:

Tabla 4.4 - Pruebas de normalidad modelo preformas PET clear

	Shapiro y Wilks	
	Estadístico	<i>P-value</i>
Residuos	0,932	0,078

Fuente: elaboración propia.

Al observar el valor p de la prueba, se concluye que los residuos están distribuidos normalmente, ya que por lo dicho en 2.5.7, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

4.4.1.2 No colinealidad

Para confirmar el supuesto de que no existe relación lineal exacta entre los coeficientes del modelo, a continuación en la Tabla 4.5 se presentan los valores de tolerancia y de inflación de varianza:

Tabla 4.5 - Pruebas de colinealidad modelo preformas PET clear

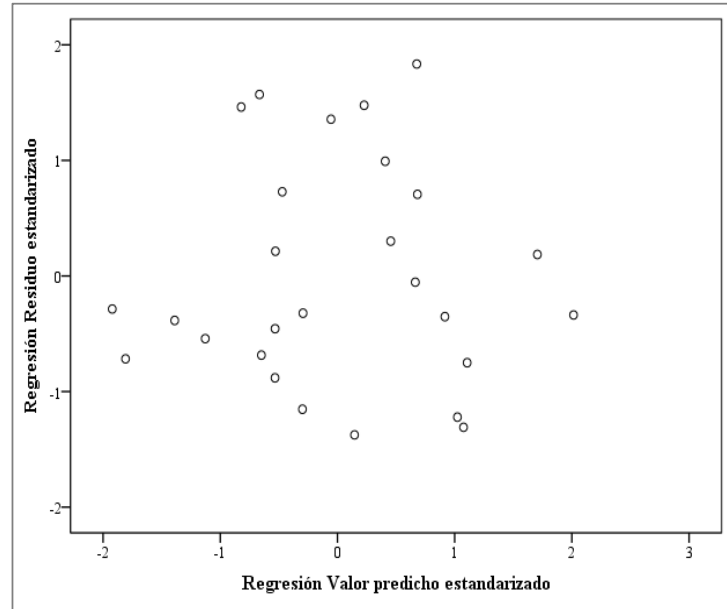
Modelo PET clear	Estadísticas de colinealidad	
	Tolerancia	FIV
Costo resina PET	0,470	2,128
USD observado	0,470	2,128

Fuente: elaboración propia.

Al observar los estadísticos de tolerancia y de inflación de varianza de los coeficientes del modelo, ambos casos implican que no hay colinealidad, por lo indicado en 2.5.7, por lo tanto se confirma este supuesto.

4.4.1.3 Homoscedasticidad

La Ilustración 4.5 presenta el diagrama de dispersión formado por los residuos y los valores predichos, que sirve para poder visualizar si hay homoscedasticidad o heteroscedasticidad.

Ilustración 4.5 - Residuos v/s valores predichos modelo preformas PET clear

Fuente: elaboración propia.

Del diagrama de la Ilustración 4.5, se puede observar que la nube de puntos no sigue ninguna tendencia, por lo que según lo indicado en 2.5.7, se concluye que los residuos son homoscedásticos y la varianza del término de error es la misma sin importar el valor de X_i .

4.4.1.4 No autocorrelación

Para confirmar el supuesto de no autocorrelación, se aplica la prueba de rachas a los residuos de la regresión, los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 - Prueba de rachas modelo preformas PET clear

	Residuos
Valor de prueba (media)	0,000
Casos < Valor de prueba	16
Casos \geq Valor de prueba	11
Casos totales	27
Número de rachas	9
<i>P-value</i>	0,302

Fuente: elaboración propia.

De la prueba presentada en la Tabla 4.6, se observa un valor p igual a 0,302, que por lo indicado en 2.5.7, se confirma que no hay autocorrelación al no rechazarse la hipótesis nula para ese valor.

4.4.2 Modelo de costos preformas PET con pigmento

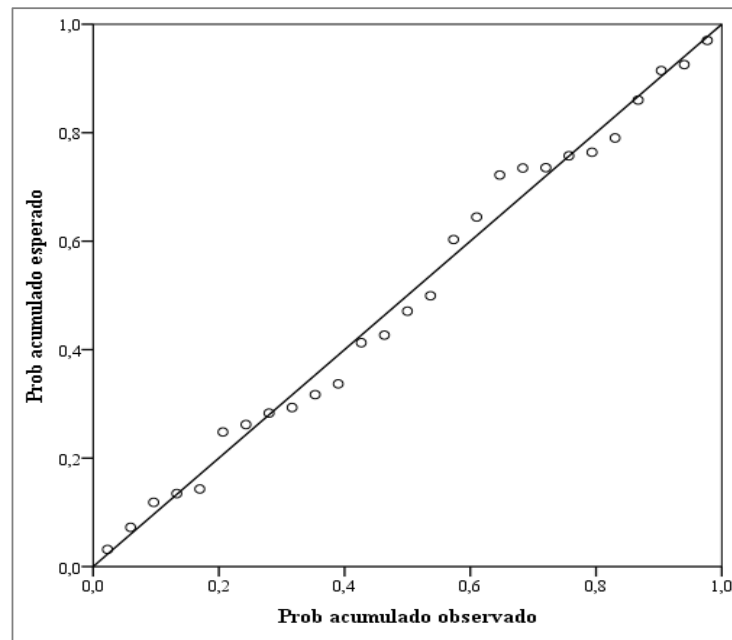
A continuación se muestran las pruebas realizadas para la confirmación de los supuestos, aplicadas al modelo de costos preformas PET con pigmento.

4.4.2.1 Normalidad

Para confirmar la hipótesis de normalidad, en primer lugar se encuentra la gráfica de probabilidad normal obtenida para esta regresión, para luego analizar el resultado del test de Shapiro y Wilks. El histograma de los residuos de la regresión también sirve para poder observar si los residuos tienen una distribución normal, este se encuentra en el Anexo 2.

La gráfica de probabilidad normal se muestra en la Ilustración 4.6.

Ilustración 4.6 - Gráfico de normalidad modelo de costos preformas PET PIG



Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 4.6 se puede observar que la nube de puntos se ajusta bien a la recta de normalidad, lo cual significa que la distribución de los residuos es normal, no obstante para confirmar lo anterior, se realiza el test de Shapiro y Wilks, obteniendo el resultado que se muestra en la Tabla 4.7 que se presenta a continuación:

Tabla 4.7 - Pruebas de normalidad modelo preformas PET con pigmento

	Shapiro y Wilks	
	Estadístico	<i>P-value</i>
Residuos	0,985	0,949

Fuente: elaboración propia.

El valor p obtenido para la prueba es de 0,949, el cual por lo dicho en 2.5.7, confirma que la distribución de los residuos es normal al no rechazar la hipótesis nula de normalidad.

4.4.2.2 No colinealidad

La Tabla 4.8 presenta los valores de tolerancia y de inflación de varianza para los coeficientes de las variables del modelo, a fin de confirmar que no exista relación lineal exacta entre ellas.

Tabla 4.8 - Pruebas de colinealidad modelo preformas PET con pigmento

Modelo PET con pigmento	Estadísticas de colinealidad	
	Tolerancia	FIV
Costo resina PET	0,414	2,414
Costo pigmento	0,518	1,932
IPC	0,725	1,380

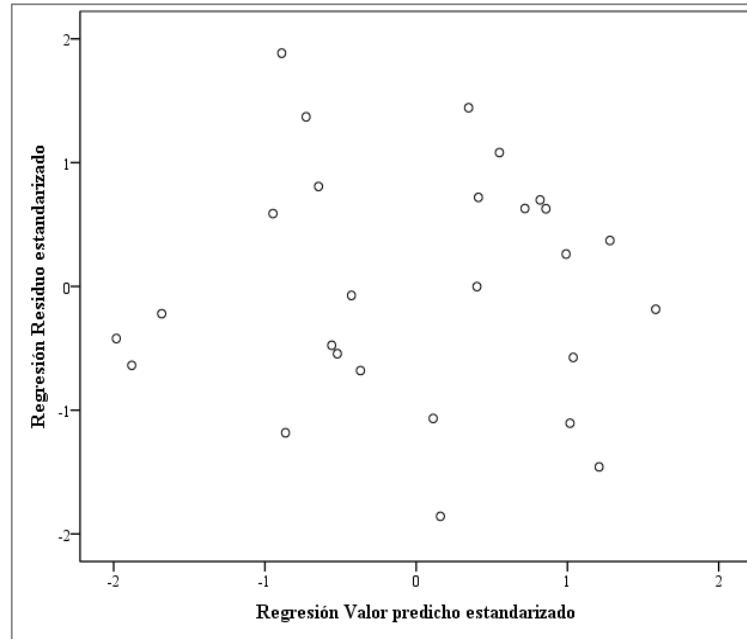
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4.8 se pueden apreciar los estadísticos obtenidos de tolerancia y de inflación de varianza, valores que por lo indicado en 2.5.7, confirman el supuesto de que no existe colinealidad entre las variables.

4.4.2.3 Homoscedasticidad

En la Ilustración 4.7 se presenta el diagrama de dispersión formado por los residuos y los valores predichos de la regresión.

Ilustración 4.7 - Residuos v/s valores predichos modelo preformas PET PIG



Fuente: elaboración propia.

Del diagrama de dispersión de la Ilustración 4.7, se puede apreciar que no existe tendencia en la nube de puntos, por lo tanto por lo indicado en 2.5.7, se concluye que los residuos son homoscedásticos y la varianza del término de error es constante sin importar el valor de las variables explicativas.

4.4.2.4 No autocorrelación

Para confirmar el supuesto de no autocorrelación entre los residuos del modelo, se aplica la prueba de rachas, los resultados de esta se muestran en la Tabla 4.9 que se presenta a continuación:

Tabla 4.9 - Prueba de rachas modelo preformas PET con pigmento

	Residuos
Valor de prueba (media)	0,000
Casos < Valor de prueba	15
Casos \geq Valor de prueba	12
Casos totales	27
Número de rachas	9
<i>P-value</i>	0,055

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4.9 se observa que el valor p de la prueba de rachas del presente modelo es igual a 0,055, valor que por lo dicho en 2.5.7, confirma que no hay autocorrelación entre los residuos, al no rechazarse la hipótesis nula.

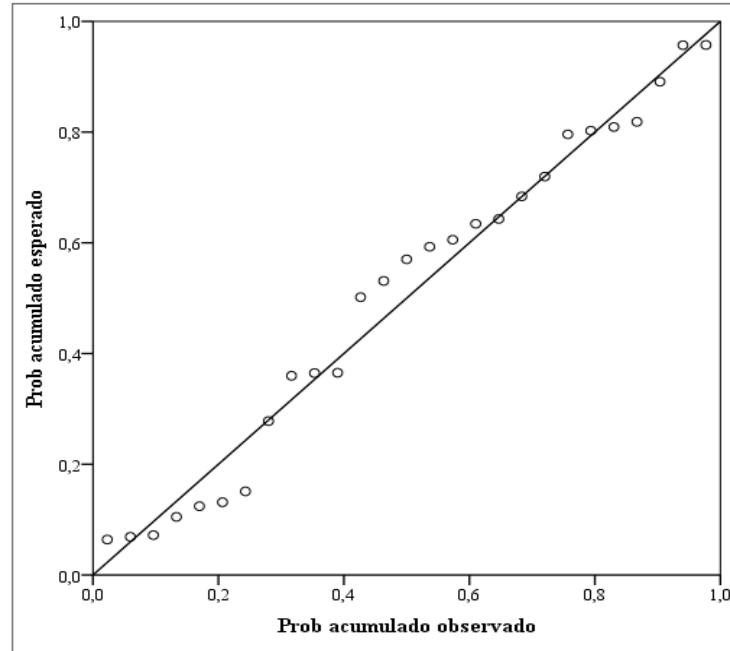
4.4.3 Modelo de costos preformas PET con aditivo UV

A continuación se presentan las pruebas hechas para la confirmación de los supuestos del modelo de regresión lineal multivariable para el modelo de costos preformas PET con aditivo UV.

4.4.3.1 Normalidad

En primer lugar, para probar que los residuos del modelo están distribuidos normalmente, se muestra la gráfica de probabilidad obtenida para esta regresión, para luego hacer un contraste de la hipótesis de normalidad con el test de Shapiro y Wilks. El histograma de los residuos de la regresión también sirve para apreciar si los residuos tienen una distribución normal, este se puede ver en el Anexo 2.

La Ilustración 4.8 muestra la gráfica de probabilidad normal para la presente regresión.

Ilustración 4.8 - Gráfico de normalidad modelo de costos preformas PET UV

Fuente: elaboración propia.

En la Ilustración 4.8 se puede apreciar que la nube de puntos se ajusta de buena forma a la recta de normalidad, lo que significa que su distribución es normal, sin embargo, esto se confirmará con el test de Shapiro y Wilks. Los resultados del test se encuentran en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10 - Pruebas de normalidad modelo preformas PET con aditivo UV

	Shapiro y Wilks	
	Estadístico	<i>P-value</i>
Residuos	0,953	0,250

Fuente: elaboración propia.

El valor p obtenido para la prueba confirma que la distribución de los residuos es normal, ya que por lo mencionado en 2.5.7, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

4.4.3.2 No colinealidad

Para confirmar el supuesto de que no hay problemas de colinealidad entre los coeficientes del modelo, en la Tabla 4.11 se presentan los valores de tolerancia y de inflación de varianza para cada uno de ellos.

Tabla 4.11 - Pruebas de colinealidad modelo preformas PET con aditivo UV

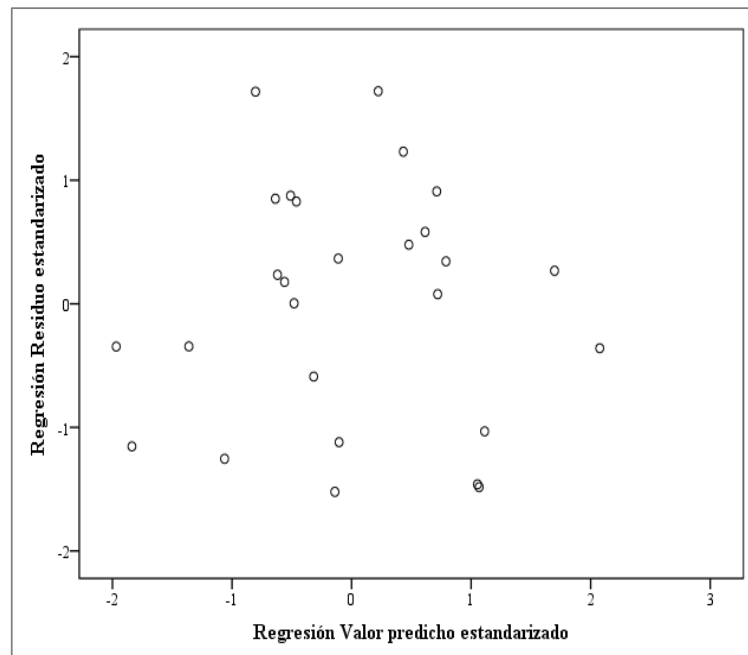
Modelo	Estadísticas de colinealidad	
	Tolerancia	FIV
Costo resina PET	0,470	2,128
USD observado	0,470	2,128

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4.11 tras analizar los estadísticos de tolerancia y de inflación de varianza, basado en lo indicado en 2.5.7, ambos casos implican que no hay problemas de colinealidad, por lo tanto se confirma el supuesto de no colinealidad.

4.4.3.3 Homoscedasticidad

A continuación en la Ilustración 4.9 se presenta el diagrama de dispersión formado por los residuos y los valores predichos de la regresión, el cual sirve para poder determinar si hay homoscedasticidad o heteroscedasticidad.

Ilustración 4.9 - Residuos v/s valores predichos modelo preformas PET UV

Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de dispersión de la Ilustración 4.9 se puede observar que no existe ninguna tendencia en el comportamiento de los residuos, y de acuerdo con lo mencionado en 2.5.7, se concluye que los residuos de la regresión son homoscedásticos, por lo tanto el modelo cumple con el supuesto de que la varianza de error se mantiene constante sin importar el valor de las variables explicativas.

4.4.3.4 No autocorrelación

Para corroborar el supuesto de no autocorrelación de los residuos del modelo, se aplica la prueba de rachas, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12 - Prueba de rachas modelo preformas PET con aditivo UV

	Residuos
Valor de prueba (media)	0,000
Casos < Valor de prueba	11
Casos \geq Valor de prueba	16
Casos totales	27
Número de rachas	9
<i>P-value</i>	0,065

Fuente: elaboración propia.

De la Tabla 4.12 se observa para la prueba un valor p igual a 0,065, que por lo indicado en 2.5.7, no se rechaza la hipótesis nula de aleatoriedad de los residuos, por lo tanto se concluye que el modelo cumple con el supuesto de no autocorrelación.

Finalmente se comprueba que los tres modelos obtenidos cumplen con los supuestos de un modelo de regresión lineal multivariable, concluyendo que estos están correctamente especificados.

Capítulo 5 Validación de modelos

Obtenidos los modelos para cada producto en estudio, se debe realizar la validación de ellos, en primer lugar se debe comprobar si la utilización de estos conlleva a una mejora en la estimación de los precios de los productos respecto al método actual utilizado por la empresa.

En segundo lugar se debe comprobar, de haber mejora en la estimación de los precios, que dicha mejora esté dentro de los parámetros de un método adecuado de estimación, que ha sido expuesto por la empresa como aquel método que posee un error de estimación respecto al precio presupuestado menor a un 8%.

Finalmente, para la validación de los modelos de precios se tomará datos de abril a julio del 2015 (consideración nueve), para posteriormente comparar los resultados de la estimación de los precios con el método sujeto a modificación (método que utilizaba la empresa) respecto a los precios obtenidos para dichos meses con la utilización de los modelos econométricos. Para la comparación se utiliza el criterio del MAPE enunciado en 2.5.6.1, de tal forma de observar el MAPE para cada uno de los métodos de estimación de precios.

Tras haber realizado la elección del modelo de costos más adecuado para cada sub categoría de productos, y habiendo comprobado el cumplimiento de los supuestos de un modelo de regresión lineal multivariable para cada uno de ellos, se debe recordar la consideración número dos enunciada en 2.6.1, en la cual se establece que una vez obtenido el modelo de costos, a este se le agregará el margen de ganancia sobre las ventas establecido por la empresa, de tal forma que el modelo sea capaz de estimar los precios para la sub categoría de productos. El método para relacionar el costo con el margen establecido es el indicado en 2.3.1, quedando el precio como se muestra en la Ecuación 5.1:

$$\text{Precio de venta} = \text{Costo de producto} \times \frac{1}{(1 - \text{rentabilidad esperada})}$$

Ecuación 5.1 - Forma de cálculo del precio

Por lo anterior, la forma econométrica de los precios será de la manera que se muestra en la Ecuación 5.2:

$$\text{Precio por gr de producto} = (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) \times \frac{1}{(1 - \text{rentabilidad esperada})}$$

Ecuación 5.2 – Precio/gramo de producto

Finalmente para la estimación del precio total del producto de interés, a la Ecuación 5.2, deberá añadirse los gramos del producto, quedando como se muestra en la Ecuación 5.3:

$$\text{Precio producto} = (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) \times \frac{\text{Gr de producto}}{(1 - \text{rentabilidad esperada})}$$

Ecuación 5.3 - Precio de producto

5.1 Modelo preformas PET clear

Para las preformas PET clear se recolectan los datos de los costos en resina PET, el valor del USD observado y el margen de ganancia establecido por la empresa para los meses de abril a julio del 2015, con los cuales se estimó los precios por gramo de producto para dichos meses, para posteriormente ser comparados con los precios presupuestados por la empresa utilizando dichos márgenes, de tal forma de ver el comportamiento del modelo.

Posteriormente se realiza la estimación de los precios utilizando el método actual de la empresa, para realizar la misma comparación, es decir, con los precios presupuestados por la empresa, para ver su comportamiento. El precio presupuestado se refiere al precio entregado por la empresa que deberían haber tenido los productos para dar cumplimiento con el ROCE.

Los resultados para ambos casos se encuentran en la Tabla 5.1 y la Tabla 5.2:

Tabla 5.1 - Estimación de precios preformas PET clear con modelo econométrico

Mes	Precio presupuestado	Precio estimado	Error	Error absoluto	% de error	MAPE
Abril	1,40	1,41	0,01	0,01	0,66%	2,53%
Mayo	1,42	1,36	-0,06	0,06	3,97%	
Junio	1,39	1,36	-0,03	0,03	2,15%	
Julio	1,39	1,44	0,05	0,05	3,35%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.2 - Estimación de precios preformas PET clear con método sujeto a modificación

Mes	Precio presupuestado	Precio estimado	Error	Error absoluto	% de error	MAPE
Abril	1,40	1,32	-0,08	0,08	5,97%	10,52%
Mayo	1,42	1,26	-0,16	0,16	11,10%	
Junio	1,39	1,19	-0,21	0,21	14,78%	
Julio	1,39	1,25	-0,14	0,14	10,22%	

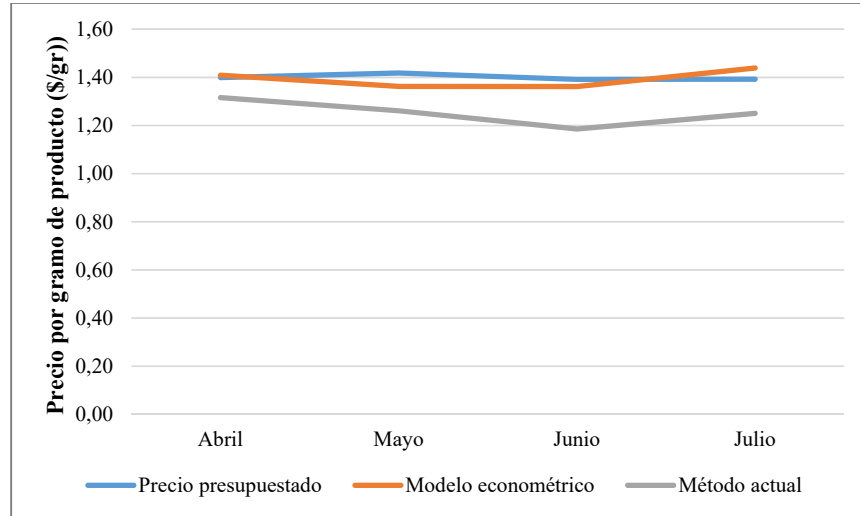
Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 5.1, al utilizar el modelo econométrico para estimar los precios de los productos se obtiene errores bajos, además se observa que en los meses de abril y julio se obtiene un error positivo, lo que significa que se estaría estimando precios levemente sobre los presupuestados, y en los meses de mayo y junio se observan errores negativos, lo que significa que los precios estimados están levemente por debajo de los presupuestados. Adicionalmente el MAPE obtenido con el modelo econométrico es igual a 2,53%, lo cual es un MAPE bajo.

Al realizar la estimación con el método sujeto a modificación que utiliza la empresa, en la Tabla 5.2 se observa que para los cuatro meses utilizados se obtiene solo errores negativos, lo que se traduce en que el método estima los precios por debajo de los presupuestados, lo que significa que con dichos valores estimados se percibe menores ingresos, subsidiando al comprador. Adicionalmente se puede observar el MAPE obtenido al utilizar el método actual, que es igual a 10,52%, que es aproximadamente cuatro veces mayor que el obtenido con el modelo econométrico.

Tras analizados los resultados obtenidos, se valida el modelo econométrico como mejor método de estimación que el método actual utilizado por la empresa.

Lo anterior se ve representado en la Ilustración 5.1:

Ilustración 5.1 - Comparación de la estimación de precios para preformas PET clear

Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Ilustración 5.1 se observa que la estimación con el modelo econométrico está más cercana al precio presupuestado durante los cuatro meses de la comparación, que la estimación con el método actual, que se mantiene alejada durante los cuatro meses comparados. Confirmando que el modelo econométrico permite estimar de mejor forma los precios.

5.2 Modelo preformas PET con pigmento

Para las preformas PET con pigmento, se recolectaron los datos de los costos en resina PET, costos en pigmento, el valor del IPC y los márgenes de ganancia establecidos por la empresa para los meses de abril a julio del 2015.

Al igual que para el modelo anterior, se realizará una comparación basada en el MAPE obtenido al estimar los precios con el modelo econométrico, y el obtenido al estimar los precios con el método actual utilizado por la empresa.

Los resultados se encuentran en las Tabla 5.3 y Tabla 5.4 que se muestran a continuación:

Tabla 5.3 - Estimación de precios preformas PET PIG con modelo econométrico

Mes	Precio presupuestado	Precio estimado	Error	Error absoluto	% de error	MAPE
Abril	1,38	1,36	-0,02	0,02	1,41%	2,16%
Mayo	1,39	1,35	-0,04	0,04	3,06%	
Junio	1,37	1,37	0,00	0,00	0,03%	
Julio	1,37	1,43	0,06	0,06	4,16%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.4 - Estimación de precios preformas PET PIG con método sujeto a modificación

Mes	Precio presupuestado	Precio estimado	Error	Error absoluto	% error	MAPE
Abril	1,38	1,21	-0,16	0,16	11,79%	15,59%
Mayo	1,39	1,14	-0,25	0,25	17,95%	
Junio	1,37	1,10	-0,27	0,27	19,94%	
Julio	1,37	1,20	-0,17	0,17	12,70%	

Fuente: elaboración propia.

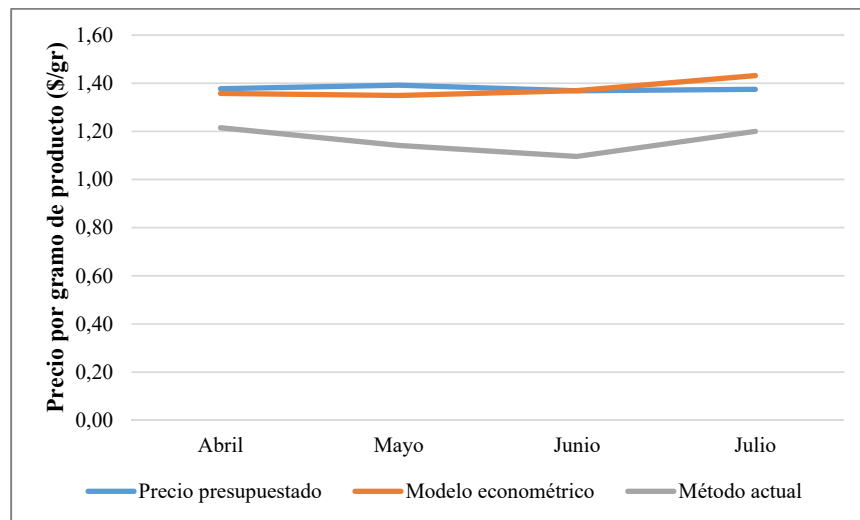
De la Tabla 5.3 se puede apreciar que al utilizar el modelo econométrico para estimar los precios de las preformas PET con pigmento, en los meses de abril y mayo se obtienen errores negativos, lo cual significa que la estimación está levemente por debajo del valor presupuestado, por otra parte para los meses de junio y julio la estimación resulta levemente superior al valor presupuestado. Finalmente el MAPE obtenido para las estimaciones hechas con el modelo econométrico tiene un valor igual a 2,16%, siendo un valor muy bajo, lo que significa que la estimación de los precios con el modelo se mantiene muy cercana a la de los precios presupuestados.

Al realizar la estimación con el método actual de la empresa, en la Tabla 5.4, se observa que para los cuatro meses comparados, se obtienen errores negativos, lo que significa que el método estima precios por debajo de los presupuestados, que a su vez se traduce que con dichos precios la empresa estaría percibiendo ingresos menores a los presupuestados. Adicionalmente se puede observar el MAPE obtenido al utilizar dicho método para la estimación de los precios, el cual tiene un valor igual a 15,59%, lo cual es un porcentaje de error alto, siendo cerca de siete veces mayor al obtenido con el modelo econométrico.

Con los resultados anteriores se aprecia que el modelo econométrico mejora considerablemente la estimación de los precios de los productos, por lo tanto queda validado al presentar errores mucho menores que el método actual.

Esto se ve representado en la Ilustración 5.2 que se presenta a continuación:

Ilustración 5.2 - Comparación de estimación de precios para preformas PET PIG



Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la gráfica de la Ilustración 5.2, la estimación de precios con el modelo econométrico se observa muy cercana al precio presupuestado durante los cuatro meses de la comparación, al contrario de la estimación realizada con el método actual de la empresa, estando durante los cuatro meses por debajo de los precios presupuestados, siendo el mes de junio el mes en el que más se aleja.

5.3 Modelo preformas PET con aditivo UV

Para las preformas PET UV, se recolectaron los datos de los costos en resina PET, el valor del USD observado y los márgenes de ganancia establecidos por la empresa para los meses de abril a julio del 2015.

Para la validación se sigue el procedimiento realizado en los modelos anteriores, en el cual se comparan los MAPE obtenidos al realizar la estimación de los precios con el modelo econométrico y al utilizar el método actual de la empresa.

Los resultados se encuentran en la Tabla 5.5 y Tabla 5.6 que se encuentran a continuación:

Tabla 5.5 - Estimación de precios preformas PET UV con modelo econométrico

Mes	Precio presupuestado	Precio estimado	Error	Error absoluto	% de error	MAPE
Abril	1,37	1,36	-0,01	0,01	0,75%	3,94%
Mayo	1,38	1,42	0,04	0,04	3,00%	
Junio	1,36	1,39	0,03	0,03	2,50%	
Julio	1,37	1,50	0,13	0,13	9,50%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.6 - Estimación de precios preformas PET UV con método sujeto a modificación

Mes	Precio presupuestado	Precio estimado	Error	Error absoluto	% de error	MAPE
Abril	1,37	1,20	-0,17	0,17	12,65%	16,04%
Mayo	1,38	1,13	-0,25	0,25	18,28%	
Junio	1,36	1,08	-0,28	0,28	20,24%	
Julio	1,37	1,19	-0,18	0,18	12,99%	

Fuente: elaboración propia.

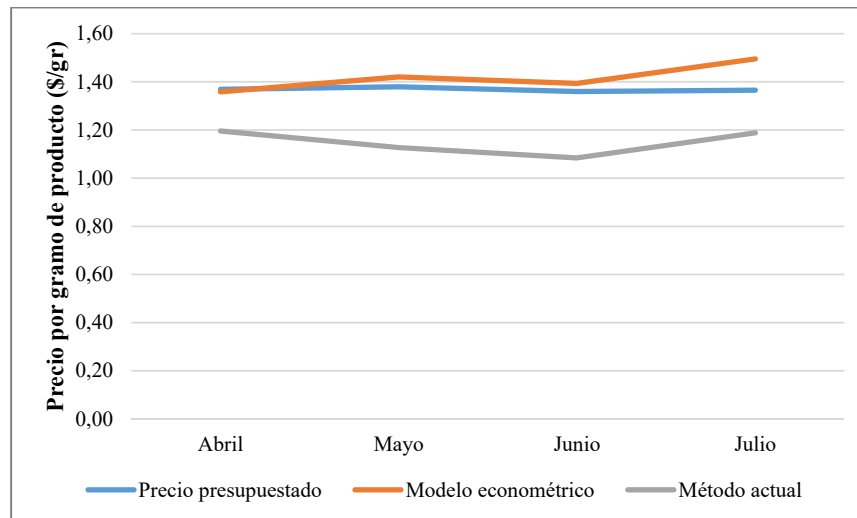
En la Tabla 5.5 se puede apreciar que al utilizar el modelo econométrico para estimar los precios de las preformas PET con aditivo UV, se observa un error negativo en el mes de abril, lo que significa que los precios estimados estuvieron levemente por debajo de los presupuestados, para los meses de mayo junio y julio, se observan errores positivos, traducido en que para dichos meses los precios estimados estuvieron por sobre los presupuestados, adicionalmente con el modelo se obtiene un MAPE bajo para el modelo, teniendo un valor igual a 3,94%, lo cual significa que la estimación de los precios es cercana a los precios presupuestados.

En la Tabla 5.6 Al analizar la estimación realizada utilizando el método actual de la empresa, se observa que para los meses de abril a julio se obtienen errores negativos, significando que con la estimación se estarían percibiendo ingresos menores que los presupuestados. Adicionalmente se puede observar el MAPE obtenido al utilizar dicho método para la estimación de los precios, teniendo un valor igual a 16,04%, el cual es alto, siendo aproximadamente cuatro veces mayor al obtenido con el modelo econométrico.

Con los resultados mencionados se aprecia que el modelo econométrico resulta considerablemente mejor que el método actual al realizar las estimaciones de los precios de los productos, por lo tanto se valida el modelo.

Esto se ve representado en la Ilustración 5.3 que se muestra a continuación:

Ilustración 5.3 - Comparación de estimación de precios para preformas PET UV



Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la gráfica de la Ilustración 5.3, la estimación de precios con el modelo econométrico se observa muy cercana al precio presupuestado, sobre todo en los meses de abril, mayo y junio, aumentando un poco la diferencia en el mes de julio, pero no considerablemente, en cambio la estimación de los precios con el método actual se mantiene alejado de los precios presupuestados en los cuatro meses de la comparación siendo el mes de junio el mes que más presenta diferencia.

Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se señala las conclusiones de este trabajo de título y finalmente se da algunas recomendaciones y sugerencias a la empresa, fundados sobre los resultados obtenidos.

6.1 Conclusiones del trabajo

Con este trabajo se genera una solución al problema de estimación del precio de venta de tres productos de la empresa fabricante de envases plásticos, solución basada sobre la metodología de regresión lineal multivariable.

Se realizó un diagnóstico preliminar a fin de abordar con este trabajo a aquellos productos más relevantes para la empresa, concluyendo que el grupo de productos que mayor impacto tiene, tanto en volumen de producción como en ingresos y costos, es el de las preformas. Posteriormente se hizo una comparación de las categorías de las preformas, PET, PRB y HF, concluyendo que la categoría que mayor impacto tiene, basado en el volumen de producción, es la categoría preformas PET, siendo esta la categoría escogida para el estudio.

Se diagnosticó la situación actual de la categoría preformas PET de la empresa y su método de estimación de precios, observando que existía un problema asociado a una diferencia entre los precios estimados con el método actual y los presupuestados, lo que conllevaba al no cumplimiento del ROCE exigido por la compañía de la cual es parte, ya que con los precios estimados por el método utilizado actualmente, la empresa estaba teniendo un ROCE aproximadamente un 30% menor.

En conjunto con el departamento de planificación y finanzas de la empresa, se escogió la metodología de regresión lineal multivariable para dar con la solución a la problemática existente, para ello basado en dicha metodología, se generó 10 modelos de costos para las tres sub categorías de productos, tres para la sub categoría preformas PET clear, tres para la sub categoría preformas PET con pigmento y cuatro para la sub categoría preformas PET con aditivo UV, en los cuales fueron evaluadas las diferentes variables explicativas disponibles, logrando determinar el nivel de relación existente entre éstas y la variable dependiente, así como la significancia que estas tenían en los modelos, escogiendo aquellos que mejor capacidad de predicción tienen entre los distintos modelos creados. Para la sub categoría preformas PET clear

fue el modelo que tiene las variables costo resina PET y USD observado. Para la sub categoría preformas PET con pigmento se escogió el modelo que tiene las variables costo resina PET, costo pigmento e IPC. Finalmente para la sub categoría preformas PET con aditivo UV, el modelo escogido fue aquel que contenía las variables costo resina PET y USD observado.

Posteriormente, a dichos modelos se les agregó el margen de ganancia sobre las ventas determinado por la empresa, y con ello se hizo las estimaciones de los precios de los productos para luego validarlos.

Se validó el modelo obtenido para la sub categoría preformas PET clear, al disminuir el error existente entre la estimación de los precios de los productos y los precios presupuestados por la empresa para ellos. La disminución va de un 10,52% obtenido al utilizar el método actual, a un 2,53% de error al utilizar el modelo econométrico, quedando validado como un método adecuado de estimación de precios al cumplir con la exigencia de la empresa de que debía tener un error inferior a un 8%.

Se validó el modelo obtenido para la sub categoría preformas PET con pigmento, al disminuir el error en la estimación de los precios con el uso del método actual de la empresa y los precios que esta ha presupuestado que los productos deberían tener. La disminución va de un 15,19% de error en la estimación, a un 2,16% de error al estimar los precios con el modelo econométrico obtenido, además con ello el modelo cumple con el requisito de la empresa de que un método adecuado de estimación de precios debe tener un error inferior a un 8%.

Se validó el modelo obtenido para la sub categoría preformas PET con aditivo UV, ya que al realizar las estimaciones de los precios con dicho modelo, se logró reducir el error de estimación respecto a los precios presupuestados por la empresa para los productos de esta sub categoría, disminuyendo de un 16,04% obtenido por el método actual de la empresa, a un 3,94% obtenido con el modelo econométrico, además dicho porcentaje de error está por debajo de la exigencia de la empresa para un método adecuado de estimación, por lo que se valida como tal.

Tras el desarrollo de este trabajo, se confirmó que la problemática en la empresa relacionada a la estimación de los precios se debía a los errores que provocaba el método actual de estimación, ya que estaba estimando precios por debajo de los presupuestados. Con los modelos econométricos obtenidos para cada una de las sub categorías en estudio, se obtuvo

mayor precisión en la estimación de los precios, al reducir las diferencias existentes respecto a los precios presupuestados, por lo que se espera que ello también implicará la reducción en la brecha existente entre el resultado operacional presupuestado y el real, llevando con lo anterior a que el ROCE logrado por la empresa esté más cercano al ROCE exigido por la compañía.

6.2 Recomendaciones y sugerencias

Por los resultados obtenidos al haber aplicado la metodología de regresión lineal multivariable, y con los modelos econométricos validados para cada una de las sub categorías en estudio, se recomienda comenzar a hacer uso de dichos modelos para la estimación de los precios de los productos, ya que estos ofrecen una mayor precisión que el método que actualmente es utilizado por la empresa.

Se recomienda a la empresa realizar los estudios pertinentes para lograr la obtención de los modelos para aquellas categorías de productos que no fueron abarcadas en el presente trabajo, tanto las otras categorías de preformas, como también para las botellas y sus categorías, de tal forma que el beneficio de la reducción de las brechas entre los precios estimados y los presupuestados, también sea para dichos productos, logrando un mayor cumplimiento con los requisitos que la compañía le ha impuesto a la empresa respecto al ROCE.

Se sugiere que para realizar las predicciones en un plazo mayor a un año desde que se realizaron los modelos, estos se vayan retroalimentando con la información tanto de los costos de los productos como de las variables económicas pertinentes, de tal forma que estos se vayan ajustando al paso del tiempo y con ello las estimaciones sigan siendo precisas.

Bibliografía

- Banco Central de Chile. (s.f.). Recuperado el 04 de Octubre de 2015, de <http://www.bcentral.cl/>
- Bogado, S. (2014). *Fijación de precios para los productos de una categoría de un supermercado utilizando series de tiempo*. Santiago: Universidad de Chile.
- de la Cuesta W, A. y. (s.f.). Series de Tiempo.
- Dinamarca Pérez, R. (2012). *Estimación de la demanda mediante modelos econométricos para los principales destinos de viajes turísticos*. Universidad Adolfo Ibáñez.
- Economía y Negocios. (19 de Diciembre de 2005). *Economía y Negocios Online*. Recuperado el 01 de Septiembre de 2015, de <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=20199>
- Frisch, R. (1933). Econometric Society. *Econometrica*.
- Fundación iberoamericana para la gestión de la calidad. (s.f.). *FUNDIBEQ*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015, de http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_de_flujo.pdf
- Galton, F. (21 de Enero de 1886). Family likeness in stature. *Proceedings of Royal Society*, 40, págs. 42-73.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (Quinta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Haavelmo, T. (1944). The probability approach in econometrics. *Econometrica*, 12.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (Séptima ed.). México: Pearson Education.

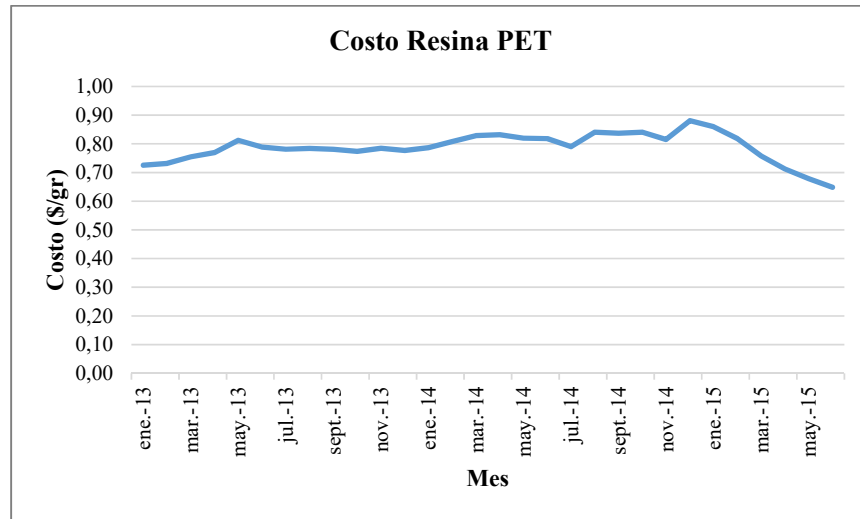
- Hildebrand, D. K., & Ott, R. L. (2006). *Estadística aplicada a la administración y a la economía* (Tercera ed.). México: Pearson Educación. Recuperado el 16 de Agosto de 2015
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2015). Recuperado el 01 de Septiembre de 2015, de http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_precios/ipc/nuevo_ipc/preguntas_frecuentes.php
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Marketing* (Décimo cuarta ed.). México: Pearson Educación.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2006). *Dirección de Marketing* (Duodécima ed.). México, México: Pearson Educación.
- Maddala, G. S. (1996). *Introducción a la econometría* (Segunda ed.). Prentice Hall Hispanoamericana.
- Malinvaud, E. (1966). *Statistical methods of econometrics* (Segunda ed.). Chicago: Rand McNally.
- Mejía C., C. A. (s.f.). *Planning*. Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.planning.com.co/>
- Ministerio de Hacienda. (2015). Recuperado el 01 de Septiembre de 2015, de <http://www.hacienda.cl/glosario/imacec.html>
- Morales Díaz, L. (2008). *Ingeniería simple*. Recuperado el 01 de Agosto de 2015, de www.ingenieriasimple.com/problemas/
- Pérez, C. (2005). *Técnicas estadísticas con SPSS 12: Aplicaciones al análisis de datos*. Pearson Educación.
- Portillo Pérez, F. (Febrero de 2006). *Universidad de la Rioja*. Recuperado el 06 de Agosto de 2015, de <http://www.unirioja.es/cu/faporti/ieTEMA01.pdf>
- Rojo, J. M. (2007). *Regresión lineal multivariable*. Madrid: Laboratorio de estadísticas.

- Sequeira Gutiérrez, M. (Julio de 2009). *mideplan Costa Rica*. Recuperado el 20 de Agosto de 2015, de <http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-diagramas-flujo-2009.pdf>
- *Servicio de Impuestos Internos*. (s.f.). Recuperado el 12 de Mayo de 2015, de http://www.sii.cl/portales/inversionistas/info_inversionistas/precios_transferencia.htm
- Sociedad latinoamericana para la calidad. (2000). Recuperado el 05 de Agosto de 2015, de <http://www.caminandoutopias.org.ar/contenidos/notas/editorial/causa.pdf>
- Theil, H. (1978). *Introduction to Econometrics*. Nueva Jersey: Prentice-Hall.
- Tintner, G. (1968). *Methodology of Mathematical Economics and Econometrics*. New York.
- Troncoso, C. (2010). *Determinación de precios óptimos para una cadena de supermercado utilizando modelos jerárquicos bayesianos*. Santiago: Universidad de Chile.
- Uriel, E. (2013). *Universidad de Valencia*. Recuperado el 06 de Agosto de 2015, de <http://www.uv.es/uriel/1%20Econometria%20y%20datos%20economicos.pdf>
- Valenzuela, L. (2012). *Diagrama de Ishikawa*. Recuperado el 05 de Agosto de 2015, de <http://www.acreditacionensalud.cl/>
- Vásquez, P. (Noviembre de 2014). Curso de Gestión de Calidad.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría, un enfoque moderno* (Cuarta ed.). México: Cengage Learning. Recuperado el 14 de Agosto de 2015

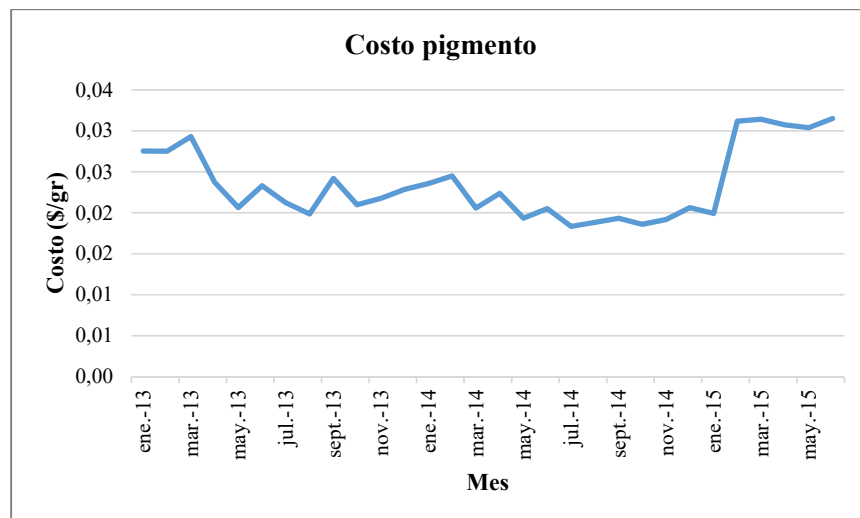
Anexos

Anexo 1 Variables explicativas

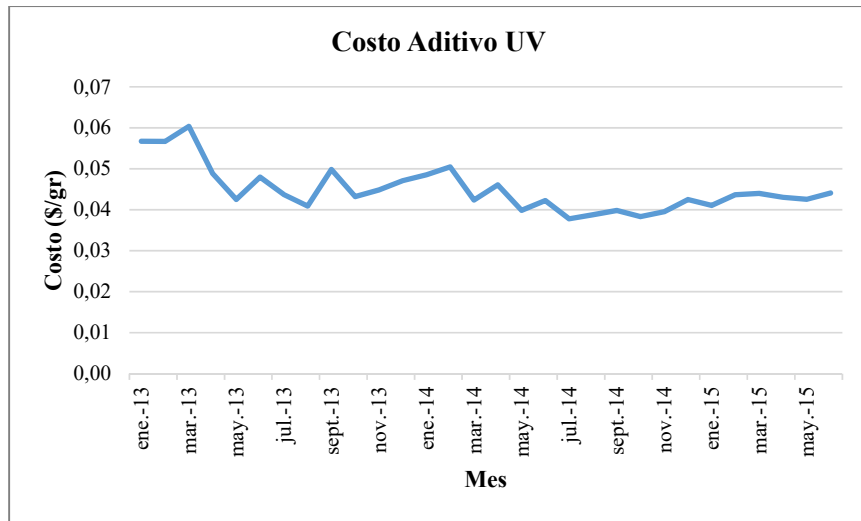
Costos



Fuente: elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa.

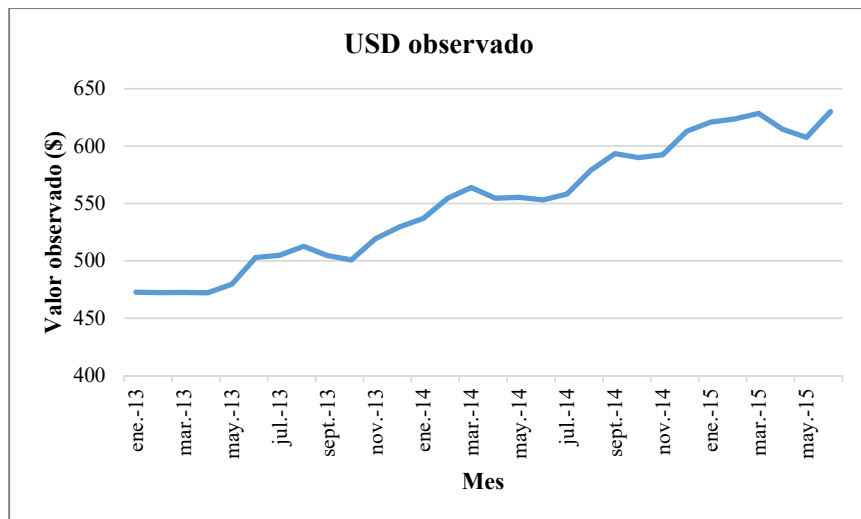


Fuente: elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa.

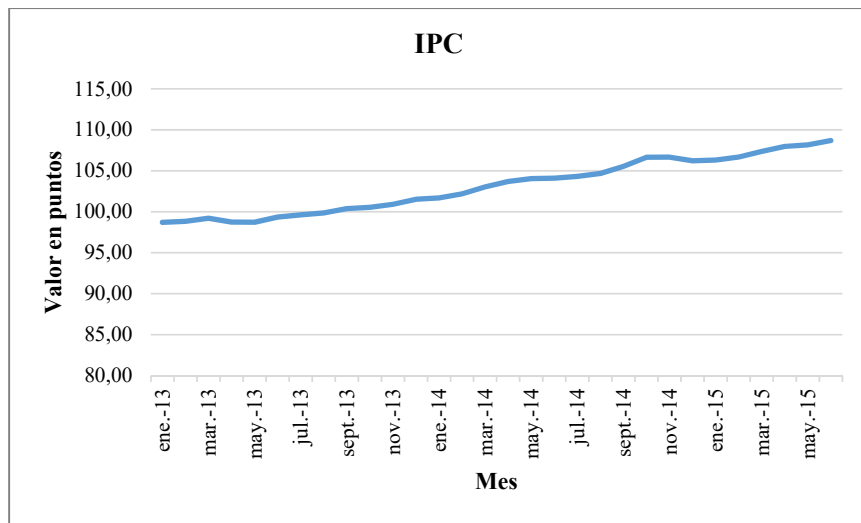


Fuente: elaboración propia en base a información proporcionada por la empresa.

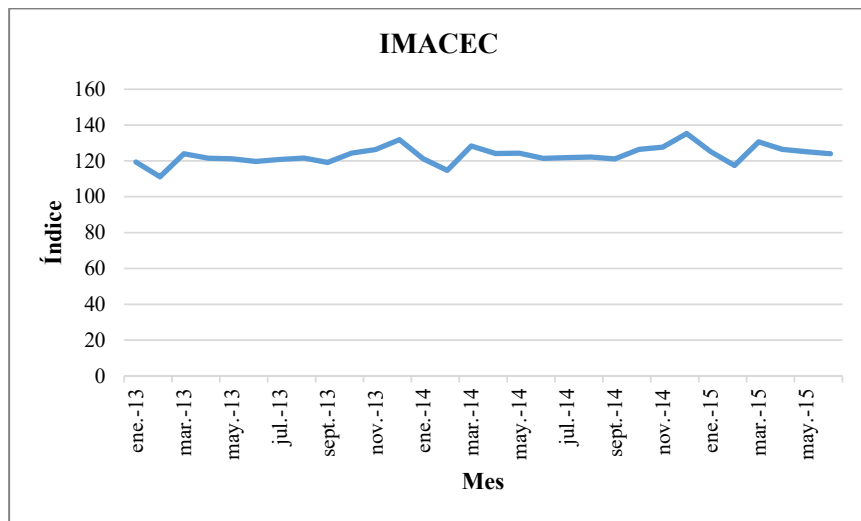
Índices económicos



Fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos en www.bcentral.cl.



Fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos en www.sii.cl.

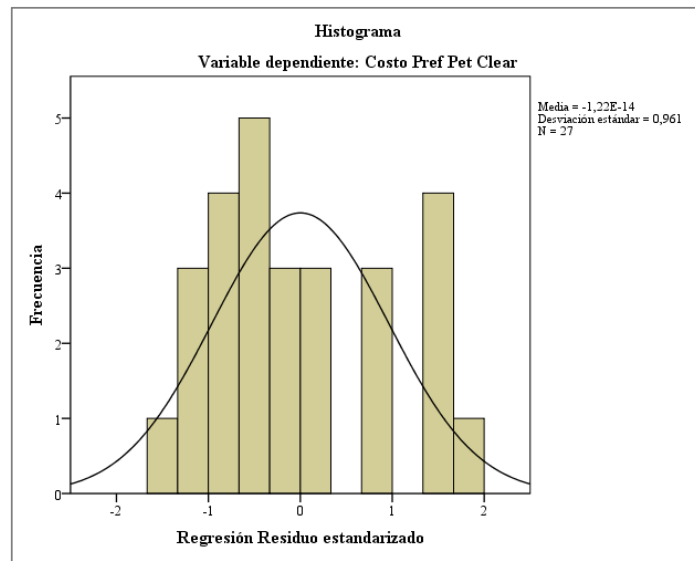


Fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos en www.bcentral.cl.

Anexo 2 Histogramas de supuesto de normalidad

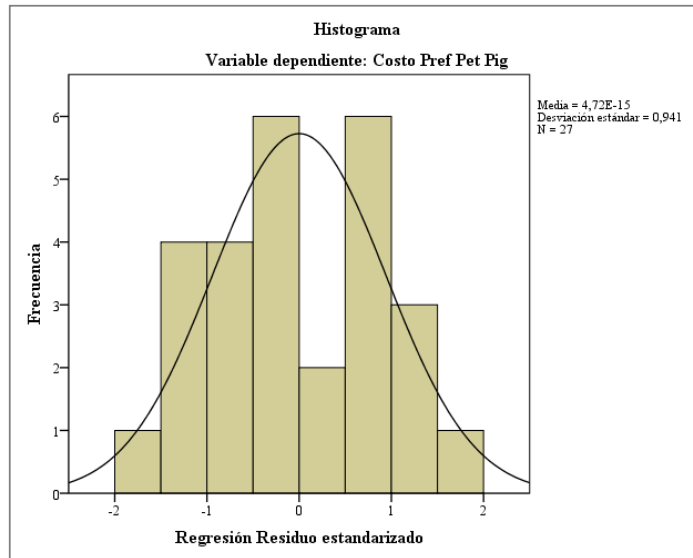
Histogramas para el supuesto de normalidad para los modelos de costos para las sub categorías de productos:

- Histograma de los residuos de la regresión del modelo de costos para las preformas PET clear:



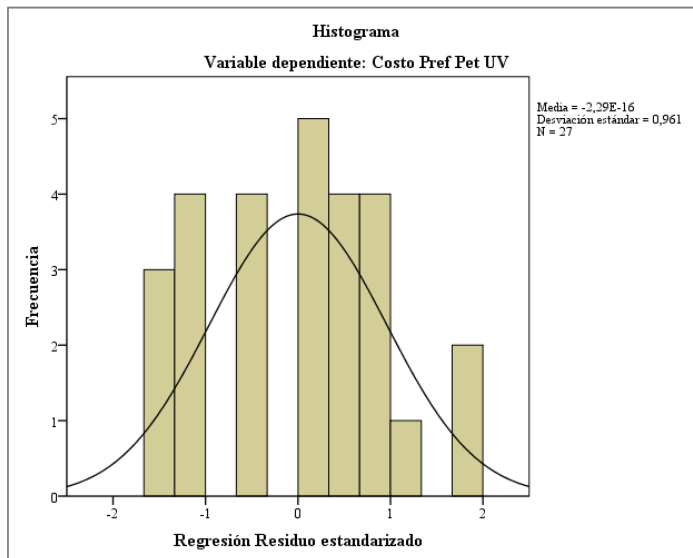
Fuente: elaboración propia.

- Histograma de los residuos de la regresión del modelo de costos para las preformas PET con pigmento:



Fuente: elaboración propia.

- Histograma de los residuos de la regresión del modelo de costos para las preformas PET con aditivo UV:



Fuente: elaboración propia.