

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“LEVANTAMIENTO DE REGLAS DE PRECIOS, INTEGRANDO LA  
SENSIBILIDAD AL PRECIO, PARA UNA CATEGORÍA DE  
PRODUCTOS”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
INDUSTRIAL**

**TOMÁS YÁÑEZ LAGOS**

**PROFESOR GUIA:  
LUIS ABURTO LAFOURCADE**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
MARCEL GOIC FIGUEROA  
DENIS SAURÉ VALENZUELA**

**SANTIAGO DE CHILE  
SEPTIEMBRE 2014**

**LEVANTAMIENTO DE REGLAS DE PRECIOS, INTEGRANDO LA SENSIBILIDAD AL PRECIO, PARA UNA CATEGORÍA DE PRODUCTOS.**

Este trabajo de memoria consiste en el análisis de los datos transaccionales de un Proveedor de Productos de Consumo Masivo, para mejorar el desempeño de las contribuciones de una categoría de productos. Se busca establecer relaciones entre los productos, que resulten beneficiosas para la contribución. Estas relaciones pueden ser complejas de encontrar, debido a la gran cantidad de data transaccional. Para lidiar con esto se define y aplica una metodología de Reglas de Precio, que permite comparar las relaciones existentes, extrayendo indicadores de las veces que suceden y lo beneficiosa, o no, que son. Se utiliza programación SQL y Perl, para asistir la extracción de Reglas.

Las Reglas a extraer incluyen: Regla de Orden (para establecer qué producto mejora la contribución al tener mayor precio que otro), Regla de Canibalización entre Productos (para establecer en qué rango de precio deben situarse dos productos), Regla de Orden Agregada (para establecer cómo se relacionan los atributos de los productos) y Reglas de Elasticidad (que relacionan la respuesta al precio de los clientes con lo observado transaccionalmente). Se generaron indicadores de Soporte y Confianza para cada una de las reglas, para poder comparar el desempeño.

Se emplea la metodología KDD, adaptada para la extracción de Reglas de Precios usando los principios de Reglas de Asociación. Se extraen datos transaccionales para la categoría "Aceites Domésticos", identificando los precios semanales de los productos. Se filtran las reglas según sus indicadores y se determina que el beneficio de haber mantenido las reglas encontradas, sin considerar las Reglas de Elasticidad, es de \$ 6.096.405 USD. Para las Reglas de Elasticidad, se estima la respuesta al precio mediante regresiones lineales, bajo el método de regresiones doble-log. Se determina si estas se reflejan correctamente en la información transaccional. Bajo este análisis, se determinó el mejor rango de precios, para los productos, según su nivel de elasticidad. El cumplimiento del rango encontrado generaría beneficios potenciales de \$1.540.289 USD.

Las reglas encontradas presentan distintas utilidades, dentro de las que se cuentan: establecer rangos de precios, observar efectos de canibalización, verificar que la segmentación de precios en la categoría se esté cumpliendo y evaluar sensibilidades al precio de los productos. El beneficio de haber mantenido las relaciones de precio, encontradas en este trabajo, ascienden a \$ 7.636.694 USD.

Finalmente, se establecen los lineamientos generales a seguir, para la construcción de un sistema de soporte a la decisión. Se construye, según lo anterior, un prototipo para la extracción de reglas, utilizando lenguajes de programación web.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a mi familia y a mis amigos, por todo el apoyo y ayuda que me prestaron, no sólo en el desarrollo de este trabajo, sino que en todos los años de mi vida universitaria.

Agradezco también a mis profesores, por la paciencia depositada y la experiencia compartida conmigo. En particular, agradezco al profesor Luis Aburto, por la exigencia, paciencia y apoyo entregado.

También quisiera agradecer a la consultora Penta Analytics, quienes depositaron su confianza en mí para desarrollar este trabajo. Agradezco a mis compañeros de trabajo y de memoria, por el ánimo entregado en los momentos más difíciles y la disposición para ayudarme en todo lo que necesitara.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN .....	2
2.	OBJETIVOS .....	4
2.1	Objetivo General .....	4
2.2	Objetivos Específicos.....	4
3.	ALCANCES .....	4
4.	RESULTADOS ESPERADOS .....	5
5.	MARCO CONCEPTUAL .....	5
5.1.	Sensibilidad al Precio .....	5
5.2.	Extracción de datos y Generación de Parámetros.....	6
5.3	Reglas de Asociación .....	7
5.4	Decision Support Systems.....	9
6.	METODOLOGÍA.....	10
6.1	Describir categoría de productos. ....	10
6.2	Levantar características deseables a medir .....	11
6.3	Construir Reglas de Precios .....	12
6.4	Diseño de sistema de soporte a la decisión.....	19
7.	DESARROLLO METODOLÓGICO .....	20
7.1	Selección y Procesamientos de Datos.....	20
7.2	Levantamiento de características a reglar.....	28
7.3	Construcción de Reglas de Precios .....	30
7.4	Diseño de Sistema de Soporte a la Decisión .....	59
8	CONCLUSIONES .....	63
8.1	Análisis de Resultados.....	63
8.2	Del Trabajo Realizado.....	64
8.3	Trabajos Futuros.....	65
9	BIBLIOGRAFÍA .....	66
10	ANEXOS.....	68
	Anexo A: Datos Descriptivos.....	68
	Anexo B: Variables empleadas en Regresiones Doble-Log .....	69
	Anexo C: Detalle de Modelo de Datos para la extracción de Reglas .....	70
	Anexo D: Ejemplo de Scripts utilizados .....	77
	Anexo E: Detalle de Reglas Extraídas.....	79

# 1. INTRODUCCIÓN

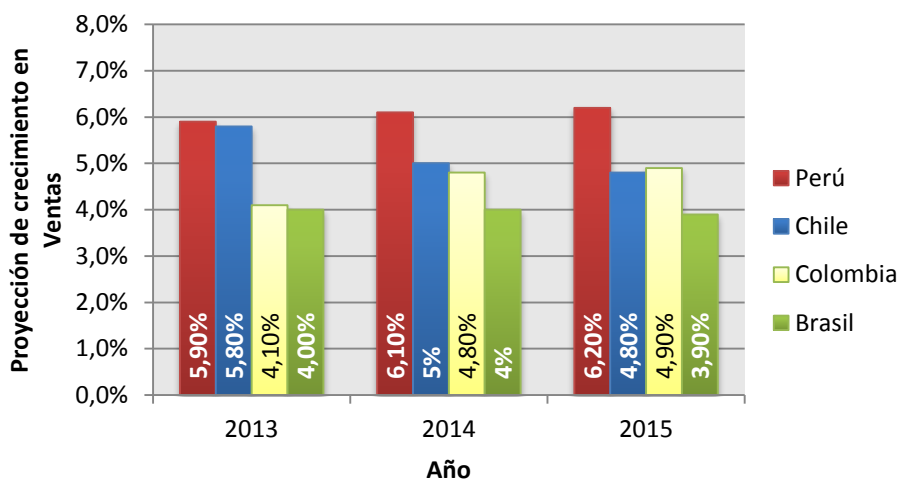
## 1.1. ANTECEDENTES GENERALES

El precio se muestra como una de las variables más influyentes en lograr un aumento en la rentabilidad de las firmas de la industria del Retail (Retailers), encontrándose por sobre de la disminución en costos o el aumento de volumen [1].

Esta industria se compone de firmas que comercian de manera masiva productos y servicios a usuarios finales, componiéndose de Supermercados, Tiendas por Departamento, Mejoramiento del Hogar, Farmacias y Perfumerías, Comercio Tradicional y Consumo Local [2]. Cada tipo de Retailer maneja distintos niveles de márgenes de utilidad por la venta de productos, por lo que la aplicación de políticas de ajuste de precios se hace crítica para aquellas donde los márgenes son menores; donde los márgenes son menores es donde cobra especialmente importancia la relación que mantiene el Retailer con el proveedor de productos.

En Latinoamérica el sector ha presentado un fuerte desarrollo los últimos años, mostrando crecimientos en Perú, Chile, Colombia y Brasil. Se espera que el crecimiento sea sostenido para los próximos años, tal como se observa en la figura que se exhibe a continuación.

Figura 1: Proyección del crecimiento en ventas, para el sector Retail, en periodo 2013-2015.



Fuente: Elaboración propia, a partir de Estudio Latin Focus Consensus Forecast [17]

En esta industria de alto crecimiento y elevada competencia, es de vital importancia la implementación de políticas de ajustes de precios y aplicación de promociones de distinto tipo (packs promocionales, descuentos en precio, entre otros). A esto se suma la tendencia actual de los clientes del Retail, quienes comparan mucho más que antes los precios y promociones, debido a la masificación de la información producto de las

redes sociales. Es así como las empresas reciben presiones, por parte de sus mismos clientes, para que mantengan los precios bajos o generen nuevas ofertas para sus productos [3][4]. Lo anterior refuerza la importancia de contar con prácticas promocionales de rápida implementación y fácil interpretación, para hacerlas llegar rápidamente a los clientes.

La fijación de precios se ha abordado desde diferentes ópticas; se han utilizado técnicas de *Pricing* para productos individuales [5], categorías de productos [6], simulaciones de compra [13]; y también se ha utilizado un acercamiento desde la propensión de los clientes a utilizar promociones [7]. En particular, el trabajo realizado por Demetrio V.[16], en 2012, se enfocó en analizar una categoría de productos, a fin de determinar el comportamiento de esta, para identificar patrones de comportamiento de compra. Se ha buscado comprender al comprador, estudiar su sensibilidad al precio y en el último caso a encontrar patrones de compra.

Especial énfasis se hará en el trabajo [16], pues logró generar Reglas de Precios para una categoría de productos, definiendo una Regla de Asociación basada en cuando un producto debe o no estar por sobre otro, en cuanto a precio, diferenciando esta regla de acuerdo a distintos atributos de los productos. Este trabajo busca incorporar la sensibilidad al precio de la demanda de los productos, como un atributo a incorporar en las Reglas de Precios. Se incluirán también otras reglas que ayuden a comprender mejor como se relacionan los productos de la categoría.

Como se ha remarcado anteriormente, este trabajo busca comprender el comportamiento de compra de una categoría de productos, pero diferenciándose de los trabajos anteriores al integrar la respuesta del comprador al precio de los productos. Para esto, se busca determinar una metodología que permita encontrar patrones de compra y que, conjunto a lo anterior, permita incorporar la sensibilidad al precio. Esto permitirá evaluar los efectos que tendría la variación del precio de un producto, sobre los demás productos que componen la categoría.

## **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN**

El trabajo de memoria se aplicará en la consultora Penta Analytics S.A, para una empresa de consumo masivo (Proveedor), que trabaja directamente con Retailers. Como ya se describió, el mercado del Retail se observa muy dinámico y competitivo, por lo que los proveedores deben comprender en detalle el comportamiento de sus clientes. En este caso, los Retailers corresponde a Minoristas (mercados, bodegas, cafeterías, panaderías, entre otros).

La diferencia principal de esta clase de empresa, respecto a los demás Retailers, es que los márgenes que se pueden obtener de los productos son muchos menores; son del orden de 8%<sup>1</sup>. Esto se da principalmente por las características de los clientes de los proveedores, teniendo estos como atributo principal la búsqueda de precios convenientes, sobre otras características de los productos.

---

<sup>1</sup> Experiencia de la consultora, en trabajo con mayorista.

Hasta el momento, la consultora ha estudiado el comportamiento de una sola categoría (Leche Líquida) de un Supermercado mayorista. Se buscó generar reglas que permitiesen determinar cuando la características de un producto, respecto a otro, generaba mayor rentabilidad. No se ha incorporado la sensibilidad de los clientes al precio de los productos como variable para generar estas reglas.

Para desarrollar este proyecto se cuenta con información de los clientes, pudiendo acceder a la información transaccional, que será utilizada para obtener las elasticidades de los clientes a los precios de los productos. Esta misma información se utilizará para establecer canastas de compra

Existen distintas metodologías que han abordado este problema, pero se utilizarán aquellas que contemplen la generación de reglas de decisión y que permitan incorporar la proyección de demanda de los productos, por parte de los clientes. Como se ha comentado, el énfasis de este trabajo es poder proyectar el efecto de una variación del precio de un producto sobre la categoría completa, evaluando su desempeño en horizontes semanales, tomando en cuenta los indicadores de desempeño que se estimen necesarios.

Para estudiar la relación existente entre los productos, se considerará una metodología de Minería de Datos, llamada Reglas de Asociación. Esta metodología permite encontrar relaciones entre las características de los productos (marca, formato, entre otros) y determinar qué conjunto de atributos permite obtener mejores rentabilidades.

Por otra parte, para estimar la elasticidad de demanda de los consumidores, se utilizará un análisis de elasticidad en base a regresiones Doble-Log. Este tipo de análisis ha sido de los más utilizados en trabajos anteriores, como por ejemplo el trabajo de Cruz G. [6] y Díaz K. [5]. Otros modelos utilizados plantean el uso de Modelos Jerárquicos Bayesiano [8] y Modelos de Predicción de Respuesta de Rubbin [7], siendo más completos en la calidad de los resultados pero más complejos de llevar a cabo. Este trabajo se orienta a comprender rápidamente como se está comportando la categoría, por lo que se aplicará un modelo de estimación de demanda que contemplen agilidad en la respuesta y calidad del resultado. Los trabajos [5] y [6] cumplen con estos requisitos.

Toda la información generada por este trabajo, tanto las relaciones entre productos, con sus distintos atributos y precios, más la sensibilidad de los clientes a las variaciones en los precios de estos, permitirán al Proveedor mejor los tipos de productos que compran sus clientes y bajo qué precios se sienten más cómodos. En definitiva, se podrán estudiar las preferencias del consumidor.

La consultora no ha tenido experiencias en la evaluación de desempeño de categorías. Sólo existe un caso reportado para la evaluación del desempeño proyectado para la aplicación de descuentos a una marca de cigarrillos. Con el desarrollo de este trabajo se podrá contar con una herramienta metodológica que permita comprender el comportamiento de una categoría y la relación que existe entre sus productos. Se busca

diseñar, también, una herramienta informática que siga los lineamientos de un Decision Support System<sup>2</sup>.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Definir Reglas de Precio que permitan mejorar el desempeño de ventas, en una categoría de productos, al encontrar relaciones favorables entre productos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Definir una metodología para levantar reglas de precios dentro una base transaccional.
- Aplicar la metodología a una categoría de productos, definiendo Reglas de Precios.
- Obtener relaciones entre los productos de la categoría, que permitan orientar la fijación de precios.
- Diseñar y un sistema de soporte a la decisión, a partir de la reglas obtenidas, que permita evaluar el impacto económico de la aplicación de las reglas.

## **3. ALCANCES**

- El modelo resultante se enfocará en ser aplicado a nivel de una categoría, para todas las sucursales.
- Se utilizará la información del segmento(s) de clientes con mayor cantidad de transacciones. Este segmento corresponde a los clientes minoristas.
- El diseño del sistema de soporte a la gestión, se limita a definir los componentes principales de este.
- No se contempla una etapa de evaluación los ajustes al precio que pueda llegar a aplicar el proveedor.

---

<sup>2</sup> Sistemas de apoyo del tipo OLAP o de minería de datos, que proporcionan información y soporte para tomar una decisión [9].



## 4. RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado de este trabajo se pretende obtener lo siguiente:

- Metodología que permita evidenciar la relación existente entre los productos de la categoría.
- Extracción de patrones, en formas de Reglas de Precios, que se muestren favorables para el desempeño de la categoría seleccionada.
- Conjunto de Reglas de Precios que permitan caracterizar a los productos de la categoría, permitiendo basar el diseño de un sistema de gestión de esta, en base a las mismas.

## 5. MARCO CONCEPTUAL

### 5.1. Sensibilidad al Precio

#### 5.1.1. Series de Tiempo

El propósito de las Series de Tiempo es analizar el pasado para predecir el futuro. Un análisis de Series de Tiempo cuantifica los atributos principales, presentes en la información, con el objetivo de determinar las variaciones aleatorias.

Para la industria del Retail, existe una serie de variables que se almacenan secuencialmente en el tiempo. Un ejemplo de lo anterior son los registros de las compras de los clientes del supermercado; se almacenan los productos y cantidades compradas por cada uno de ellos. Así, cuando una variable es medida secuencialmente en el tiempo o en un intervalo fijo, conocido como *intervalo de muestreo*, la información resultante forma una serie de tiempo.

Las características principales de las series de tiempo son las *tendencias* y las *variaciones estacionales*, las que pueden modelarse determinísticamente con funciones matemáticas. Una característica importante de las series de tiempo es que las observaciones cercanas en el tiempo tienden a estar correlacionadas (son serialmente dependientes). El objetivo central de una metodología de Series de Tiempo es explicar la correlación y las características principales de la información que se va a analizar, usando modelos estadísticos y modelos descriptivos.

Una vez que se ha determinado un modelo que se ajuste bien a la información, el analista puede utilizar el modelo para pronosticar valores futuros o generar simulaciones, que lo ayuden a planear decisiones. Por ejemplo, se pueden determinar si las fluctuaciones mensuales en ventas están determinadas por alguna causa subyacente [10].

### 5.1.2. Estimación de Sensibilidad al Precio

La decisión de Pricing es muy compleja, pues el precio depende de demasiados factores, donde se debe mirar la mayor cantidad de variables posibles (costos, valor agregado, precio de la competencia y otros) [14]. Existen distintos métodos para determinar la respuesta al precio, como la simulación de compra, el juicio experto, la experimentación de precios y el análisis de datos históricos.

Gracias a la presencia de sistemas de almacenamiento de información del ticket de venta, el análisis de datos históricos ha tomado especial relevancia. Detectar la respuesta al precio a través del análisis de esta información, requiere de la medición de la Elasticidad Precio de la Demanda, que se define como el cambio porcentual en la cantidad demandada, dado un cambio porcentual en el precio. Se expresa como sigue:

$$e_d = \frac{\frac{\Delta Q_d}{Q_d}}{\frac{\Delta P}{P}}$$

, donde  $e_d$  es la elasticidad,  $Q_d$  la cantidad demandada y  $P$  el precio. Se define como elástico a un producto cuyo coeficiente es mayor a 1 ( $|e_d| > 1$ ), lo que implica que ante una baja de precios la cantidad demandada se incrementará en gran medida, pero lo inverso sucede al subir los precios. Un producto inelásticos se define como aquel con elasticidad mayor a cero y menor a la unidad; bajo esta característica, el producto admite alzas e su precio, sin afectar la demanda. Esta información es relevante a la hora de determinar qué estrategia de precios se quiere desarrollar.

Existen distintos métodos para calcular las elasticidades, siendo el más popular el método de regresiones Doble-Log [12][15]. La regresión doble-log es de especial utilidad, pues permite obtener estimadores que miden la elasticidad. Para lograr esto primero se considera una ecuación no lineal la forma  $Y = AX^b + \varepsilon$ , donde la variable dependiente  $Y$  (la cantidad en este caso) se relaciona estadísticamente con variables independientes, representadas por el vector  $X$  (el vector de precios del producto). Al aplicar el logaritmo a la ecuación no lineal, los parámetros  $A$  y  $b$  (desconocidos) pueden interpretarse, pues la ecuación queda de la siguiente forma:

$$\text{Ln}(Y) = \text{Ln}(A) + b \cdot \text{Ln}(X) + \varepsilon$$

, pudiendo ahora calcularse como regresión lineal. El estimador del parámetro  $b$  será objeto de análisis para las elasticidades precio demanda.

### 5.2. Extracción de datos y Generación de Parámetros

El problema que plantea el diseño y establecimiento de un DSS orientado al pricing, es el nivel de detalle que se requiere en el análisis de la información. Además, los modelos predictivos que utilizan estos sistemas deben incorporar múltiples variables a considerar. Para asistir en estas dificultades se aplican distintas técnicas de minería de datos, las que se aplican a la información transaccional disponible.

La minería de datos se presenta como un eslabón de un proceso mucho más completo, denominado *Knowledge Discovery in Databases (KDD)*, o Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos.

### 5.2.1. Proceso KDD

KDD es el proceso no trivial de identificar nuevos, válidos, potencialmente útiles y comprensibles patrones en la información, antes desconocidos. Este proceso es iterativo y secuencial, componiéndose de las siguientes etapas:

1. Selección: se define el origen de la información a utilizar, desde los sistemas operacionales. Se determina qué tipo de información se debe usar.
2. Preprocesamiento: en esta etapa se limpian y preparan los datos extraídos de la etapa de Selección. Se aplican imputaciones de datos faltantes, eliminación de datos inconsistentes o fuera de rango, u otras operaciones que faciliten el manejo de los datos.
3. Transformación: en esta etapa se busca generar variables que sean más representativas, que las ya existentes en los datos. Para esto, se transforman y generan nuevas variables con los datos actuales; esto puede ser, a modo de ejemplo, agregando información o aplicando normalizaciones.
4. Minado de Datos: la fase de minado de la información (*Data Mining*), consiste en aplicar modelamiento a la información, con el fin de identificar patrones en los datos, antes desconocidos.
5. Interpretación y Evaluación: esta última etapa involucra la participación de un experto en el negocio de análisis, pues es esta persona la que califica si la nueva información disponible (patrones) son realmente apropiados para su utilización o si realmente generan interés en el negocio.

### 5.3 Reglas de Asociación

El minado de datos por Reglas de Asociación es una técnica de minería de datos, que apunta a extraer correlaciones, patrones frecuentes, asociaciones o estructuras de causalidad entre conjuntos de ítems en bases de datos transaccionales u otro tipo de repositorios de datos. Esta técnica es utilizada en distintas áreas, las que incluyen redes de telecomunicaciones, control de inventario, o marketing.

Al usar Reglas de Asociación se extraen reglas que satisfacen un soporte y confianza mínimos, para una base de datos dada. El problema es dividido en dos y uno de ellos consiste en encontrar aquellos ítems, o elementos, cuya ocurrencia excede un límite previamente establecido. Dichos elementos son los llamados *frecuentes*. El segundo

problema consiste en generar reglas que asocien aquellos ítems, con una restricción de confianza mínima. Lo anterior se puede resumir como sigue:

- Siendo  $L_k$  un conjunto de ítems, de tal forma que  $L_K = \{I_1, I_2, \dots, I_k\}$ , la primera regla de asociación es  $\{I_1, I_2, \dots, I_{k-1}\} \Rightarrow \{I_k\}$ . De verificar la confianza de esta regla se determina si es útil o no.
- Se elimina un elemento del antecedente para insertarlo en el consecuente, siendo evaluada la confianza de esta nueva regla.
- Se itera hasta que no queden elementos en el antecedente.

El proceso anterior puede generar millones miles o incluso millones de reglas, lo que dificulta la validación de cada una de ellas. Existen estrategias que buscan disminuir el número de reglas a validar o la eliminación de reglas redundantes. Se exponen a continuación algunos conceptos básicos de los algoritmos AIS y Apriori [18], que buscan tratar de manera efectiva lo anteriormente descrito.

### 5.3.1 Algoritmos de Reglas de Asociación

Sea  $I = I_1, I_2, \dots, I_m$  un conjunto de  $m$  distintos atributos,  $T$  una transacción que contiene un conjunto de elementos de tal forma que  $T \subseteq I$ , y  $D$  una base de datos con diferentes transacciones  $T_s$ . Una Regla de Asociación es una implicancia de la forma  $X \Rightarrow Y$ , donde  $X, Y \subseteq I$  son conjuntos de elementos llamados *sets*, y  $X \cap Y = \emptyset$ .  $X$  es llamado el antecedente mientras que  $Y$  el consecuente, leyéndose  $X$  implica  $Y$ .

Existen dos medidas básicas para las Reglas de Asociación: el Soporte y la Confianza. El Soporte de una regla es definido como la fracción o porcentaje de registros que contienen  $X \cup Y$ , sobre el número total de registros en la base de datos. Por ejemplo, en una base de datos transaccional, si el soporte de un elemento es 0.1%, esto significa que solo 0.1 por ciento de las transacciones contiene la compra de este elemento. La Confianza de una regla es definida como la fracción o porcentaje del número de registros que contiene  $X \cup Y$ , del total de registros que contienen a  $X$ . La Confianza es una medida de la robustez de la regla de asociación. Supongamos, por ejemplo, que la confianza de la regla  $X \Rightarrow Y$  es de 80%: esto significa que del 80% de las transacciones que contienen a  $X$ , también contienen a  $Y$ .

El primer algoritmo propuesto para el minado de Reglas de Asociación fue el algoritmo AIS [20]. Este algoritmo difiere del algoritmo general ya descrito, en que sólo busca generar reglas con un solo elemento en el consecuente. Es decir, se buscan reglas del tipo  $X \Rightarrow Y$ , pero no del tipo  $X \Rightarrow Y \cap Z$ . Este algoritmo requiere de muchos pasos sobre la base de datos.

Otro algoritmo que busca ser más eficiente es el algoritmo A priori [21]. Este algoritmo busca descartar de manera previa aquellos elementos que no conformarán ítems frecuentes. Con esto se busca acelerar el proceso de búsqueda de reglas, pero se emplea la mayor parte del tiempo generando candidatos a ser ítems frecuentes.

## 5.4 Decision Support Systems

Con la introducción de sistemas computarizados para poder registrar las transacciones en la industria del Retail, ha incrementado el interés por desarrollar sistemas de información que permitan gestionar las estrategias de pricing. Es por esta razón que se diseñan y establecen sistemas que soporten las decisiones (*Decision Support Systems*), orientados al pricing, usando la información transaccional. Establecer este tipo de sistemas no sólo ayuda a los tomadores de decisión, sino que ayudan a automatizar dichas decisiones.

Los requerimientos de un DSS para un supermercado se han analizado en profundidad en [12], destacándose los siguientes:

- Pronósticos de ingresos: se busca predecir las ventas en base a una función de los precios y otras variables a incorporar.
- Pronósticos semanales a distintos niveles de la cadena: las sucursales de las cadenas de retailers difieren entre sí, por lo que lo ideal es generar propuestas diferentes para ellas, considerando estas diferencias.
- Manipular precios y otras variables de forma interactiva: para que el sistema sea realmente útil para tomar decisiones, este debe permitir evaluar escenarios de forma interactiva.
- Proveer análisis de varias semanas, que permita gestionar las promociones a aplicar.
- Integrar información de distintas fuentes, completa o incompleta: muchas veces la información de origen externa puede ser costosa de coleccionar, por lo que se debe adaptar el sistema para manejar información no integra o incompleta.
- Escalabilidad: el DSS debe ser capaz de analizar categorías completas de productos, a distintos niveles de la cadena de supermercados. Se debe poder analizar para una sucursal o a nivel de cadena completa.
- Recomendar estrategias de precios: el objetivo culminante del DSS es poder recomendar precios, idealmente siendo estos los óptimos. Como todo sistema predictivo, existe un nivel de incertidumbre asociado a cada recomendación, lo que debe declararse a los usuarios.

El DSS apunta a gestionar categorías y asignar precios y promociones de manera óptima. Como se aprecia de los requerimientos, el gran problema que existe en este tipo de sistemas es la granularidad de la información, al existir demasiados productos y categorías. Para ayudar a reducir la dimensión del problema, se busca agrupar sucursales, productos, categorías y clientes, lo que se realiza con técnicas de minado de datos y clusterización (segmentación).

## **6. METODOLOGÍA**

La metodología empleada en este trabajo es una adaptación de la metodología KDD, adaptada a extraer patrones de compra en una base transaccional. Para esto se definen las siguientes etapas:

### **6.1 Describir categoría de productos.**

#### **6.1.1 Selección y Procesamiento de Datos**

Se seleccionará la información que sea de relevancia para el desarrollo de las Reglas de Precios. Para esto, se implementará una base de datos analítica que contenga toda la información a utilizar por dicho modelo. En esta fase de la metodología, se seleccionaran los datos para ser utilizados tanto para la extracción de Elasticidades como para la extracción de Reglas de Precios.

La selección de datos se inicia con la selección de la categoría a emplear. Luego de esta etapa se procede a extraer y transformar los datos de la categoría, para ser utilizados en el cálculo de elasticidades y reglas de precios. Cada etapa se describe a continuación.

#### **Selección de datos**

Se analizará el comportamiento de compra del canal minorista del Proveedor de Productos. Para esto, se extraerán las categorías de productos que son transadas, el número de SKU's que son transados dentro de cada categoría y los montos y cantidades transados, para el periodo 2012- 2013. Se seleccionará la categoría de acuerdo a las transacciones que presente y a los montos que son transados, privilegiando a aquella que presente un valor alto en ambos ítems, respecto al resto.

Los datos se agruparán por semanas, obteniendo un promedio del precio y la cantidad transada, para cada producto de la categoría seleccionada. Se aplicarán los siguientes filtros a los precios, para eliminar comportamientos anómalos:

- Extraer montos y cantidades mayores a cero: esto deja afuera las transacciones que correspondan a devoluciones o notas de crédito, para dejar solamente aquellas transacciones que realmente se realizan.
- Se eliminarán aquellas semanas que se alejen demasiado de las demás semanas, en términos de precios y cantidades transadas. Se utilizará el criterio de dos Desviaciones Estándar [19], para definir si una medición es un Outlier (valor atípico) o no, al considerar una medición que se aleja más de dos desviaciones estándar como un outlier.
- Se eliminarán aquellos datos que presenten inconsistencias, tales como pesos netos de la transacción iguales a cero.

De los datos extraídos para los productos, se determinará la participación que mantiene cada producto dentro de su categoría. Así, se podrán definir los productos que mayor

venta generan dentro de la categoría, manteniendo especial énfasis en los que generen el 80% de la venta.

## Procesamiento de Datos

Para el cálculo de regresiones se procesarán los datos para extraer las variables que permitan estimar, mediante Regresiones Doble-Log, el efecto que tiene el precio sobre la cantidad demandada. Para esto, se hará uso de un análisis con Series de Tiempo, para determinar el comportamiento de la demanda, afecta al precio, de los productos de la categoría seleccionada.

Con el análisis anterior se determinarán las variables que puedan afectar la demanda de productos, tales como la estacionalidad de esta y algunos efectos puntuales, a observarse en las Series de Tiempo.

## Extracción de Elasticidades Propias de los Productos de la Categoría

Se utilizará el modelo “doble-log”, por la rapidez de su implementación y la calidad de los resultados obtenidos. Estas elasticidades serán utilizadas para determinar la variación de la demanda, en base a una alteración en el precio.

El modelo es el siguiente:

$$\ln(Q) = B_0 + B_1 \ln(P) + \sum_{i=2}^N B_i * dummy_i$$

, donde  $Q$  es la variable dependiente a calcular, siendo las variables explicativas  $P$  para el precio, mientras que  $dummy_i$  para las variables extraídas en el procesamiento de datos que intentan explicar efectos ajenos al precio.

Por cada producto seleccionado, en el paso metodológico anterior, se efectuarán regresiones Doble-Log que permitirán obtener estimaciones de las elasticidades precio-demanda para cada uno de ellos, correspondiente a los coeficientes que acompañan a cada variable. Se compararán cada una de las elasticidades en términos de significancia y cada una de las regresiones en términos de su grado de ajuste. Las elasticidades extraídas serán integradas a las Reglas de Precios a extraer.

## 6.2 Levantar características deseables a medir

### 6.2.1 Definición de Reglas de Precios

Para esta etapa se definirán reglas que consideren el análisis de productos de compra frecuente, donde se analice la contribución de estos, respecto a la contribución histórica. Se define como *canasta frecuente* a una transacción que contiene a productos

de compra frecuente. Junto a esto se extraerán Reglas de Precio utilizando los principios de *Reglas de Asociación*.

Cada canasta tiene los siguientes atributos:

- Productos
- Marcas
- Formatos (tipo de empaque)
- Tipo (sabor, color u otro)

Las reglas consideran la presencia de un solo elemento en el consecuente, siendo este la contribución, o margen, de los productos. Los antecedentes de la contribución serán canastas frecuentes, encontradas con el análisis de Reglas de Asociación. Se incorporará un atributo de elasticidad como otro atributo a reglar.

Cada regla se generará con un par de productos como antecedente, comparándolas de acuerdo a los atributos que difieran entre ambos. Para simplificar el cálculo, se analizarán sólo los productos que difieran en un atributo, a fin de determinar cuál es el atributo que genera la diferencia o el comportamiento encontrado.

Finalmente, se buscará identificar las relaciones de los productos, según los siguientes lineamientos:

- Relaciones jerárquicas estrictas entre los productos, identificando que productos generan mejores contribuciones al poseer precios mayores al resto.
- Relaciones de competencia o canibalización de productos. Se identificarán relaciones que indiquen que la proximidad en precios, entre productos, produzca una disminución en las contribuciones.
- Relaciones entre los atributos de los productos.
- Relaciones entre la sensibilidad de los productos, al precio en los que se transan, y el comportamiento observado en la base transaccional.

Para esto, se definen distintas Reglas de Precios que permitan observar las relaciones deseadas. Esto se desarrolla en el siguiente paso.

### **6.3 Construir Reglas de Precios**

Esta etapa contempla el desarrollo algoritmos de extracción de reglas de precios. Además, se extraerán y filtrarán las reglas, según sus indicadores, para extraer comportamientos de compra, los que serán analizados para extraer posibles causales de las relaciones entre los productos.



A continuación se describen las reglas a extraer.

### 6.3.1 Regla de Orden de Productos

Esta regla fue empleada por [16] para determinar relaciones jerárquicas entre pares de productos, definiendo que productos conviene mantener con mayores precios que otros, al generar mayores contribuciones. Corresponde a la regla descrita a continuación, siendo  $i, j$  productos comparables:

- Regla :

$$\text{precio}_i > \text{precio}_j$$

- Soporte por n° de semanas :

$$\frac{\sum(\text{Semanas en que se cumple la regla})}{\sum(\text{Semanas en que ambos productos son transados})}$$

- Confianza:

$$\frac{\sum(\text{Semanas en que se cumple la regla y es una semana favorable})}{\sum(\text{Semanas en que se cumple la regla})}$$

Una semana favorable es definida como aquella que la contribución promedio, entre los productos  $i, j$ , mayores a la contribución promedio histórica de los mismos.

El objetivo de esta Regla de Precio, es identificar los productos que generan mejores contribuciones, al tener precios más altos que el resto. Esta regla permitirá identificar si se está cumpliendo la segmentación de productos en el primer paso de esta metodología, o si conviene cambiarla. Se analizarán los siguientes casos de interés, para evaluar el desempeño de la categoría:

- (Caso 1) Reglas de soporte alto y confianza alta: este tipo de regla indica relaciones de precios entre los productos, que se dan de manera repetida y con buenos efectos sobre las contribuciones. Se quiere observar si efectivamente en los casos en los que no se cumple la regla presentan una contribución promedio menor.
- (Caso 2) Reglas con bajo soporte y confianza alta: en este caso se busca encontrar relaciones entre productos, que sean poco frecuentes pero muy beneficiosas. Se espera observar que las semanas donde no se cumple la regla son efectivamente menos favorables en la contribución que aportan.
- (Caso 3) Reglas con soporte alto y confianza baja: estas reglas evidenciarán relaciones entre los precios de pares de productos, muy recurrentes pero con contribuciones menores a las históricas. Para esta situación, se espera observar

que en las semanas, en que la regla no es cumplida, se obtienen mejores contribuciones que en las semanas que si se cumple la regla.

Usando los casos anteriores, es posible determinar qué productos deberían mantener precios mayores a los precios de otros productos. De igual forma, se puede comprobar que se estén cumpliendo los lineamientos establecidos para los productos de la categoría, respetándose los rangos de precio definidos. De esta forma, la extracción de regla no sólo se aplica para establecer nuevas relaciones de precios, sino que para verificar que las relaciones establecidas se estén cumpliendo de manera efectiva.

Para la construcción de la regla, se categoriza a los índices de Soporte y Confianza según su valor porcentual. Para esto, el Proveedor define las siguientes indicaciones:

- Soporte alto: mayor o igual a 0,5 (50%).
- Soporte bajo: menor a 0,5.
- Confianza alta: mayor a 0,6 (60%).
- Confianza baja: menor o igual a 0,6.

La clasificación anterior se mantendrá para el resto de las Reglas a construir.

Por último, se incorporará un indicador adicional - llamado "Peso" - que será común para esta regla y la siguiente (descrita en el siguiente punto de esta sección del informe). Se define el indicador como sigue:

- Peso:

$$\frac{\sum(\textit{Semanas en que ambos productos son transados})}{\textit{Total de semanas en análisis}}$$

, siendo este indicador el que entrega una corrección a los otros dos indicadores (Soporte y Confianza), pues puede ocurrir que los indicadores de Soporte y Confianza sean buenos (dependiendo de los casos en análisis) pero los productos sean poco transados. Se buscará corregir este efecto, extrayendo reglas con un peso mayor a 0.5. Es decir, se buscarán pares de productos que se transen al menos un 50% de las semanas del estudio.

### 6.3.2 Regla de Canibalización entre Productos

Esta regla se encargará de buscar productos que se encuentren en un mismo rango de precios. Con lo anterior, se evidenciará el efecto de compartir un rango de precios, para observar si esto resulta conveniente a las contribuciones promedio.

La regla se construye de la siguiente forma:

- Regla:  
 $\textit{precio}_j \textit{ ENTRE } ((1 - \textit{rango}) * \textit{precio}_i; (1 + \textit{rango}) \textit{precio}_i)$

- Soporte por n° de semanas :

$$\frac{\sum(\textit{Semanas en que se cumple la regla})}{\sum(\textit{Semanas en que ambos productos son transados})}$$

- Confianza:

$$\frac{\sum(\textit{Semanas en que se cumple la regla y es una semana favorable})}{\sum(\textit{Semanas en que se cumple la regla})}$$

A diferencia de la Regla de Orden de Productos, esta vez el objetivo de análisis son dos casos particulares:

- (Caso 1) Reglas de soporte alto y confianza alta: se mantiene el objetivo de la Regla de Orden, sólo que esta vez se busca encontrar productos que compartiendo un rango de precios generan buenas contribuciones. Nuevamente, se espera que la semana con cumplimiento de regla presente mejores resultados que una semana sin cumplimiento de esta.
- (Caso 2) Reglas con alto soporte y confianza baja: este tipo de regla cambia el objetivo de análisis, intentando encontrar productos que al compartir un rango de precios tengo un desempeño bajo en su contribución promedio. Para este caso se busca que la semana en donde no se cumpla la regla posea una mejor contribución que la semana donde se cumple la regla.

Por último, esta regla incorpora el índice de Peso, al igual que la regla anterior, definido de la misma forma:

- Peso:

$$\frac{\sum(\textit{Semanas en que ambos productos son transados})}{\textit{Total de semanas en análisis}}$$

### 6.3.3 Regla de Orden Agregada

En esta sección del trabajo, se busca medir los efectos globales de que un producto posea cierto atributo. De esta forma, se podrá concluir si una marca en el global, debe situarse en un rango de precios mayor que otra, o si un formato de litro genera mejores contribuciones que otras. Por ejemplo, a priori se espera productos de formato menor deban ser más caros que productos de formato mayor, entre otras relaciones por descubrir.

Se construirá esta regla para la Regla de Orden, ya descrita anteriormente. La Regla de Orden considera la relación de precios entre productos, evaluando las ocasiones en que un producto tiene un precio estrictamente que otro. Para la Regla Agregada, se buscará encontrar relaciones entre los atributos “Marca” y “Formato”, obviando el atributo de “Tipo” (que identifica si el producto fue vendido en Botella o Caja). De esta forma, se

encontrarán relaciones globales, que permitirán obtener una visión más general de la categoría en estudio. Para clarificar lo anterior, se pueden considerar los siguientes productos:

Producto	Marca	Formato	Tipo
Producto 1	A	200CC	Caja
Producto 2	A	200CC	Botella
Producto 3	B	200CC	Caja
Producto 4	B	200CC	Botella

Tabla N° 1: Ejemplo de Productos a Agregar

Para la Regla de Orden cada uno de estos productos es distinto, mientras que para la Regla Agregada se considerará a los productos 1 y 2 como uno solo (ídem para los productos 3 y 4), pues se obvia el atributo “Tipo”, tomándose en consideración sólo la Marca y el Formato de los productos. De esta forma, la Regla Agregada comparará, para este ejemplo, a la Marca A con la Marca B, para el formato 200cc, agrupando a los productos 1-2 y 3-4. Lo anterior generará grupos de productos, cuyos precios y contribuciones serán el promedio y la suma, respectivamente.

El ejemplo anterior puede entrar en conflicto con la segmentación que existe dentro de la categoría. Por lo mismo, y para iniciar la construcción de esta regla, primero se deben definir los productos a los que se les aplicará esta regla. Este punto es crucial para la obtención de relaciones que aporten de manera efectiva a la gestión de la categoría, ya que, por el hecho de pertenecer a un posicionamiento distinto en la categoría (siendo algunos Premium y otros Regulares o Económicos).

Usando el mismo ejemplo de la tabla N° 1, la Marca A podría tener siempre un precio mayor a la Marca B, por pertenecer a un segmento de precio mayor. Para corregir este hecho, se agruparán a los productos sólo si pertenecen a un intervalo de precios similar, lo que se desprenderá de el análisis a realizar según lo descrito en el punto 6.1 de la Metodología de este trabajo.

Luego de realizada la agrupación de productos, se construirá la Regla Agregada, considerando encontrar las siguientes relaciones:

- Regla Agregada entre Formatos: Productos de igual marca, pero de distinto formato de litros. Con esta agregación se busca observar el comportamiento de las marcas en términos globales, respecto a las diferencias que presentan en sus distintos formatos de litros. Así, se espera corroborar que los formatos de menor litro se encuentran más caros que los de mayor litro, y que, a su vez, cuando esto sucede hay una mejor contribución.

- Regla Agregada entre Marcas: Productos de un mismo formato de litro, pero de distinta marca: esta regla es similar a la anterior, sólo que el enfoque es a nivel de formato de litro, buscándose observar diferencias en las marcas que se transan.
- Regla Agregada entre Grupos de Marcas: Productos de un mismo formato de litro, dentro de un grupo de marcas pertenecientes al mismo segmento de precios. Con esto se logra agregar aún más el análisis, pero manteniendo comparables los productos.

Finalmente, la regla tendrá la siguiente estructura, siendo  $i, j$  grupos de productos.

- Regla :

$$\text{precio}_i > \text{precio}_j$$

- Soporte por n° de semanas :

$$\frac{\sum(\text{Semanas en que se cumple la regla})}{\sum(\text{Semanas en que ambos productos son transados})}$$

- Confianza:

$$\frac{\sum(\text{Semanas en que se cumple la regla y es una semana favorable})}{\sum(\text{Semanas en que se cumple la regla})}$$

La diferencia con la Regla de Orden, es que en esta regla los productos  $i, j$  corresponden grupos de productos, donde  $\text{precio}_i$  corresponde al promedio de los precios de los productos de la agrupación.

El objetivo de la Regla Agregada será, entonces, identificar qué marcas (o grupos de marcas) generan mejores contribuciones que otras, para un mismo formato, estando a un precio más alto. O, por otra parte, que formatos resultan más rentables que otros. Esta regla permitirá obtener una visión más global de las relaciones que estén sucediendo en la categoría, como ya se ha explicado. Se analizarán los mismos casos de interés que para la Regla de Orden, siendo estos los siguientes:

- (Caso 1) Reglas de soporte alto y confianza alta.
- (Caso 2) Reglas con bajo soporte y confianza alta.
- (Caso 3) Reglas con soporte alto y confianza baja.

Con esta regla se culminará el análisis de Reglas de Precios, para continuar con el análisis de Reglas de Elasticidad.

### 6.3.4 Reglas de Elasticidad

Se integrará al análisis de Reglas de Precios, la sensibilidad de los productos al precio, que presenta la demanda de los consumidores. Se utiliza la información transaccional, procesada, que refleje las variaciones de precios y unidades transadas para la categoría seleccionada

Serán dos las reglas a extraer en este apartado. Las reglas se describen como sigue:

1. Elasticidad versus rango de precio: esta regla se extrae para obtener indicadores de calidad del nivel de elasticidad calculado con el análisis de Regresiones Doble-Log. Se espera que productos de elasticidad alta respondan más a las variaciones de precios, que productos de elasticidad media o baja.

Se tomarán en cuenta sólo las semanas en que el precio varíe respecto a la anterior, para construir el indicador de Soporte como el número de semanas en que la variación de precio genera una reacción inversa en las unidades transadas (por ejemplo, que un alza de precio genere una baja en las unidades demandadas), sobre el total de semanas consideradas.

El indicador de Confianza para esta regla será el número de semanas en que la variación de precio genera una reacción inversa en las unidades transadas y que dichas variaciones estén acordes a las elasticidades encontradas, sobre el número de semanas en que la variación de precio genera una reacción inversa en las unidades transadas.

Se buscará encontrar los indicadores con indicadores de Soporte y Confianza altos.

2. Elasticidad versus variaciones porcentuales en los precios: para verificar si el nivel de elasticidad encontrado se condice con el nivel de precios en que el producto se encuentra posicionado. Se espera encontrar que productos con elasticidad baja presenten mejores contribuciones con un nivel de precios alto, mientras que productos con elasticidades altas lo hagan con un nivel de precios bajo. A sí mismo, un producto de elasticidad media debería posicionarse en un nivel de precios medio.

Para extraer los indicadores de Soporte y Confianza, se categoriza a cada producto según su rango de precio y la elasticidad encontrada.

Se analizarán los productos que presenten variaciones en su rango de precios, siendo el indicador de Soporte las veces en que un producto presenta un rango de precios, sobre el total de veces en que es transado.

La Confianza para esta regla será el número de veces en que estar en un rango de precios resulta con contribuciones mayores a la contribución histórica

Esto permitirá orientar al tomador de decisión, respecto a qué nivel de precios asignar a un producto. Además, permite estimar si la elasticidad asignada se condice con lo que se observa en la base transaccional.

#### **6.4 Diseño de sistema de soporte a la decisión**

Se busca incorporar los pasos metodológicos anteriores, a un sistema de información que permita estimar la evolución de las ventas, en base a variaciones en el precio y otras variables.

Utilizando como base la metodología DSS [12] se estructurará esta etapa en tres secciones:

- Modelo lógico: procedimientos utilizados para desarrollar las Reglas de Precios.
- Modelo de Datos: diseño de una base de datos analítica.
- Interfaz: establecimiento de los requisitos básicos necesarios para desarrollar una interfaz de explotación (minado) de las reglas encontradas.

## 7. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 7.1 Selección y Procesamientos de Datos

#### 7.1.2 Selección de datos

Se realizó un análisis para el canal minorista, detectando las categorías compradas e identificando a la que más volumen de compras genera, como la categoría elegida para el trabajo de memoria. Se tomó esta decisión pues para efectuar el análisis de Reglas de Precios, se requiere un alto número de transacciones para obtener indicadores de Soporte y Confianza que puedan ser contrastados con un número significativo de semanas.

En el siguiente gráfico se observa los montos promedio por ticket compra, la presencia de categorías en un ticket y el número de clientes que realizan compras para las categorías encontradas, en el canal minorista:

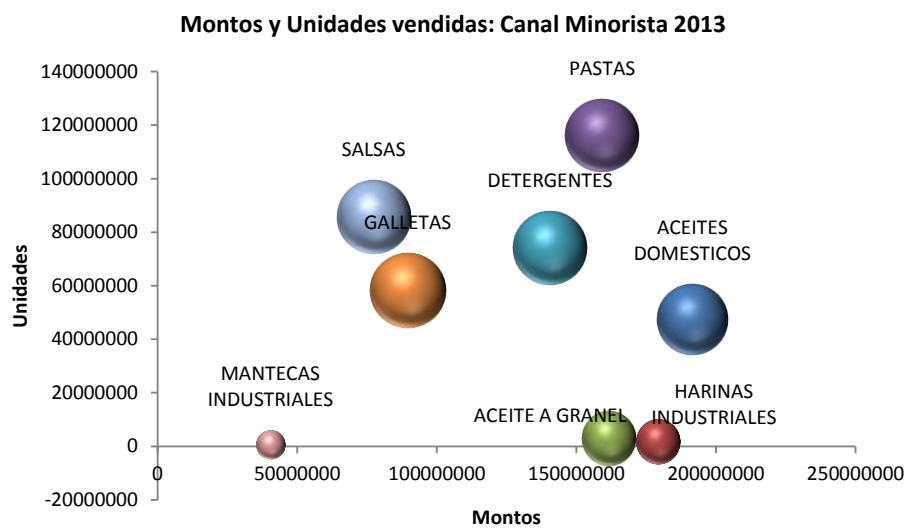


Gráfico N° 1: Montos y unidades vendidas, para el canal minorista en el año 2013

Del gráfico se desprende que la categoría de Aceites Domésticos es una de las que más transacciones poseen, junto con las categorías (“Pastas”, “Salsas”, “Detergentes” y “Galletas”) y la que tiene el mayor monto de venta. Además, la categoría presenta un número menor de Productos (SKU’s), como se aprecia en la tabla siguiente:



Categoría	Unidades	Montos
ACEITES DOMESTICOS	47.258.327	\$ 191.568.102
HARINAS INDUSTRIALES	1.928.311	\$ 179.228.285
ACEITE A GRANEL	2.913.430	\$ 161.664.899
PASTAS	116.067.234	\$ 159.242.696
DETERGENTES	74.007.438	\$ 140.621.324
GALLETAS	58.195.054	\$ 89.661.945
SALSAS	85.744.631	\$ 77.417.144

Tabla N°2: Categorías dentro del Canal Minorista. Año 2013.

Categoría	Sku's	Clientes	%Venta sobre el total	% Venta acumulada
ACEITES DOMESTICOS	26	94.507	15,1%	15,1%
HARINAS INDUSTRIALES	67	36.377	14,2%	29,3%
ACEITE A GRANEL	48	54.355	12,8%	42,1%
PASTAS	142	100.159	12,6%	54,7%
DETERGENTES	104	100.839	11,1%	65,8%
GALLETAS	156	107.504	7,1%	72,9%
SALSAS	60	102.416	6,1%	79,0%

Tabla N°3: Categorías dentro del Canal Minorista. Año 2013.

De la tabla anterior cabe destacar que el número de clientes del Canal Minorista es de 130.751, siendo la columna "Clientes" el número de esos clientes que compra en la categoría. La categoría seleccionada presenta compra por parte del 72% de los clientes totales, para el año 2013.

De las tablas y gráficos presentados, se determina que la categoría "Aceites Domésticos" presenta un número elevado de montos transados, una cantidad acotada de productos y un alto volumen de transacciones, por lo que se opta por seleccionar esta categoría para efectuar la selección de Reglas de Precios.

Dentro de la categoría se encuentran 27 productos, los que presentan las siguientes participaciones dentro de la categoría, reflejadas en la siguiente Tabla:

Nombre Producto (SKU)	Id Producto	% Venta en Categoría	Venta Acumulada
ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	32	19%	19%
ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	21	15%	34%
NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	4098	13%	47%
ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	6	7%	54%
ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT.	3	6%	59%
NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	4088	5%	65%
ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	31	4%	68%
ACEITE PRIMOR PREMIUM 1LT 12BOT	1	4%	72%
ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	30	4%	75%
NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	4069	3%	79%
NU. ACEITE VEGETAL PRIMOR 1LT 12BOT	4072	3%	82%

Tabla N°4: Productos con mayor venta dentro de la categoría “Aceites Domésticos”.  
Año 2013 Canal Minorista.

Para acotar el cálculo de elasticidades, se opta por considerar sólo a aquellos productos que, agrupados, consisten en el 80% de la venta de la categoría. En el anexo se detalla la participación que tiene cada producto dentro de la categoría, junto con un gráfico que identifica el conjunto de productos que agrupan al 80% de la venta (**Anexo A**).

### 7.1.3 Procesamiento de datos

Cada uno de los productos seleccionados presenta distintos comportamientos de compra, presenta diferencia en precios y cantidades demandadas. Se calculan los precios semanales de cada uno de los productos, para el periodo Enero 2012 – Diciembre 2013, considerando la siguiente información:

- Canal minorista.
- Categoría Aceites Domésticos.
- Productos transados entre Enero de 2012 y Diciembre de 2013.
- Productos con montos de venta mayores a cero.
- Productos con pesos netos mayores a cero.
- Precio son normalizados al litro de producto.

Los productos muestran los siguientes precios mínimos, promedios y máximos, para los años 2012 y 2013:

Producto	Precios Semanales 2012			Precios Semanales 2013		
	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.
ACEITE PRIMOR PREMIUM 1LT 12BOT	2,35	6,95	8,29	6,64	6,84	7,06
ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	5,46	7,26	7,66	5,94	7,02	7,56
ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT.	2,21	6,54	9,18	6,2	6,37	6,65
ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	5,9	6,96	7,36	5,52	6,64	7,36
ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	1,92	6,29	7,59	2,38	5,94	7,45
ACEITE COCINERO 200CC 24BOT	6,25	7,25	7,65	5,95	7	7,5
ACEITE COCINERO 500CC 24BOT	3,28	6,6	7,1	5,18	6,34	6,78
ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	3,73	6,15	7,31	0,58	5,9	6,96
ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	4,85	5,8	7,1	4,75	5,65	6,7
ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	1,86	5,6	6,86	4,6	5,44	6,2
ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	1,67	5,32	7,32	1,76	5,17	6,14
ACEITE CIL 200CC 24BOT	7,6	7,7	7,7	7,75	7,75	7,75
ACEIT.CIL 500CC 24BOT	6,94	6,96	6,98	6,94	6,96	6,96
ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	6,26	6,26	6,26			
NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	6,92	6,95	7,3	5,72	6,79	8,12
NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	6,43	6,47	6,6	3,13	6,31	7,62
NU. ACEITE VEGETAL PRIMOR 1LT 12BOT				3,98	6,17	6,73
NU. ACEITE VEGETAL PRIMOR 500ML 24BOT				2,93	3,48	3,69
NU. ACEITE VEG. PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT				5,42	6,64	7,16
NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	1,63	5,78	7,97	5,24	5,59	5,71
NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT	0,15	6,3	7,65	6,05	6,15	6,35
NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT	2,3	6,06	7,34	5,88	5,94	6
NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	3,1	6,15	6,45	3,1	6,05	7,2
NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	1,84	5,92	6,22	2,18	5,86	6,22
NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	1,86	5,66	6,59	1,46	5,53	6,59
PROM NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	5,82	5,82	5,83	5,82	5,82	5,82
ACEITE CAPRI 1LT 6BOT + 2SOB. SIBA CBOT				4,99	5,77	5,89

Tabla N° 5: Precios mínimos, máximos y promedios, semanales. Años 2012 y 2013, Categoría Aceites Domésticos.

En la tabla anterior es posible apreciar que hay productos que no se transan en ambos años. Esto no plantea inconvenientes para el cálculo de Reglas de Precios, pues sólo se analizará el comportamiento de compra del año 2013. Para el cálculo de elasticidades, por otra parte, se necesitan de ambos años para obtener elasticidades consistentes con las variables estacionales definidas. En la tabla se observa en gris a los productos que representan el 80% de la venta, siendo el único problemático el producto “NU. ACEITE VEGETAL PRIMOR 1LT 12BOT”, que no presenta información

en 2012. Por esta razón, se deja fuera del cálculo de regresiones a este último producto.

Además, se realiza un análisis gráfico de las variaciones a nivel de precios promedios semanales, normalizados por los litros de los productos, para la categoría:

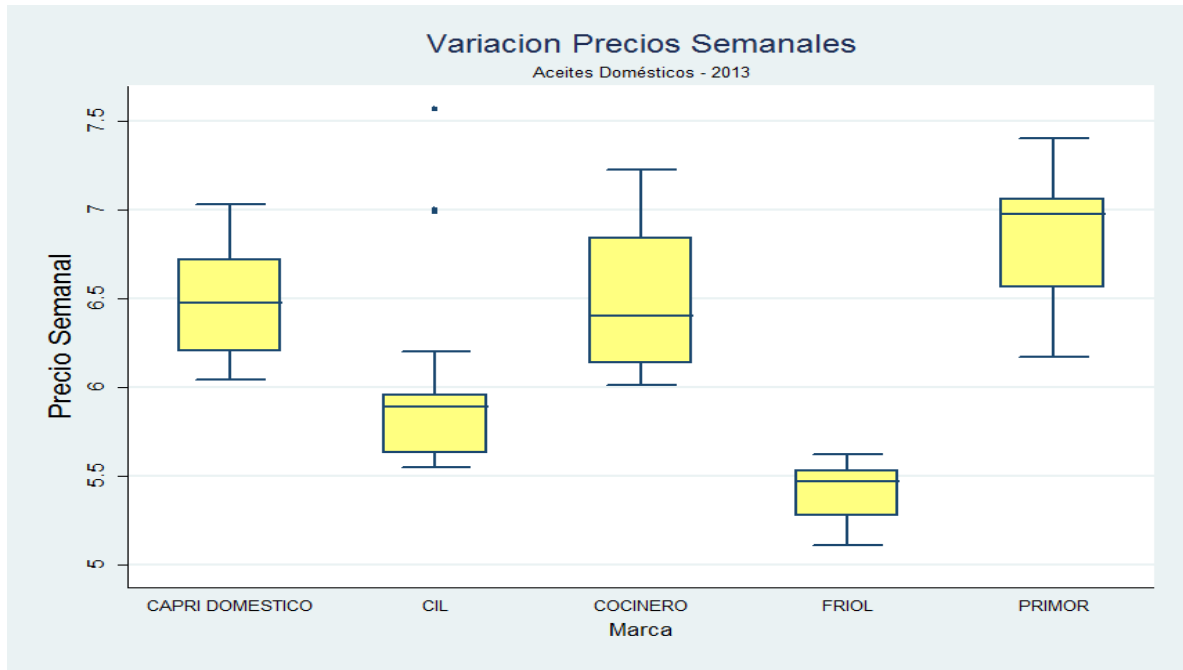


Imagen N° 1: Precios promedios semanales, por marcas de productos. Años 2013, Categoría Aceites Domésticos.

En la imagen se observan productos que comparten niveles de precios, por lo que se espera haya variaciones en los precios semanales que permitan observar efectos de la competencia que se da entre estos. Se observa también que las marcas Cil y Friol pertenecen al segmento Económico, mientras que Capri Doméstico y Cocinero se encuentran en un segmento Regular. La marca Primor destaca como el producto Premium de la categoría, corroborándose la segmentación de productos que tiene establecido el Proveedor, sobre la categoría.

### 7.1.3.1 Análisis de Series de Tiempo

De las series de tiempo analizadas, además de la información proporcionada por los expertos en el negocio, se logró extraer la siguiente información:

- Existe una estacionalidad relacionada a los fines de mes e inicios de mes, encontrándose alzas y bajas en las cantidades transadas, respectivamente.
- Hay meses que presentan mayor consumo que otros.

## Variabilidad del Precio

Para observar el comportamiento del precio de los productos, se disponen los precios semanales en Series de Tiempo. Estas series despliegan los precios mínimos, promedios y máximos para cada producto.

A modo de ejemplo, el producto “ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT” muestra el siguiente comportamiento:

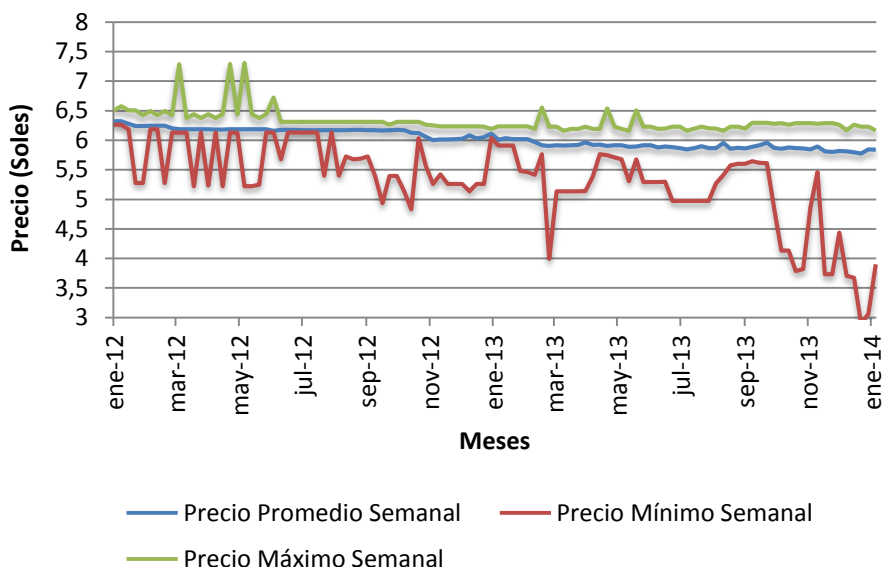


Gráfico N° 2: Comportamiento de precios para un producto de la categoría “Aceites Domésticos”

Se observa del comportamiento de precios del producto graficado, que el precio máximo semanal no difiere en gran medida del precio promedio, manteniéndose por encima de este entre 0,5 y 1 sol (\$ 0,2 USD y \$ 0,4 USD). Por otro lado, el precio mínimo semanal se aleja más de 2 soles (\$ 0,8 USD) en algunos casos, producto de descuentos u ofertas puntuales a ciertos clientes. Los precios promedios, para este caso, presentan un comportamiento estable, variando levemente a lo largo de los 2 años estudiados. En el Anexo 2 es posible observar el comportamiento de otros SKU en la categoría.

La información anterior ayudará a explicar los valores de las Elasticidades Precio-Demanda de los productos, que se extraerán en los pasos metodológicos posteriores a este.

Para poder expresar en indicadores las variaciones de los precios de los productos, se construye la tabla que se muestra a continuación, y que resume los indicadores de *Desviación Estándar* y *Variación Porcentual del Precio*:

Producto	Id Producto	Precio Promedio	Desviación Estándar	Variación Porcentual del precio
ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	32	5,17	0,04	0,7%
ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	21	5,90	0,07	1,2%
NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	4098	5,53	0,07	1,2%
ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	6	5,94	0,13	2,3%
ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT.	3	6,37	0,09	1,4%
NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	4088	5,59	0,09	1,7%
ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	31	5,44	0,02	0,8%
ACEITE PRIMOR PREMIUM 1LT 12BOT	1	6,84	0,08	1,2%
ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	30	5,66	0,01	0,7%
NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	4069	6,31	0,09	1,4%

Tabla N° 6: Variaciones porcentuales de los precios, para los productos que agrupan el 80% de la venta. Precios normalizados a botella 1 LT.

Los precios de los 10 productos analizados varían, por unidad, en un 1,3%, o 0,4 soles. Esto corresponde \$ 0,15 USD, aproximadamente. Considerando que los productos son vendidos al por mayor, en cajas de 12 y 24 botellas, esta variación va desde los \$1,6 USD a los \$ 3,5 USD, aproximadamente.

### 7.1.3.2 Extracción de logaritmos

Como última medida de análisis, se calculan los logaritmos de los precios y las cantidades demandadas de los productos, a fin de hacer más fácil la comparación entre escalas que difieren en miles de unidades. Bajo esta transformación, las cantidades demandadas y el precio al que fueron transadas se grafican de la siguiente forma:

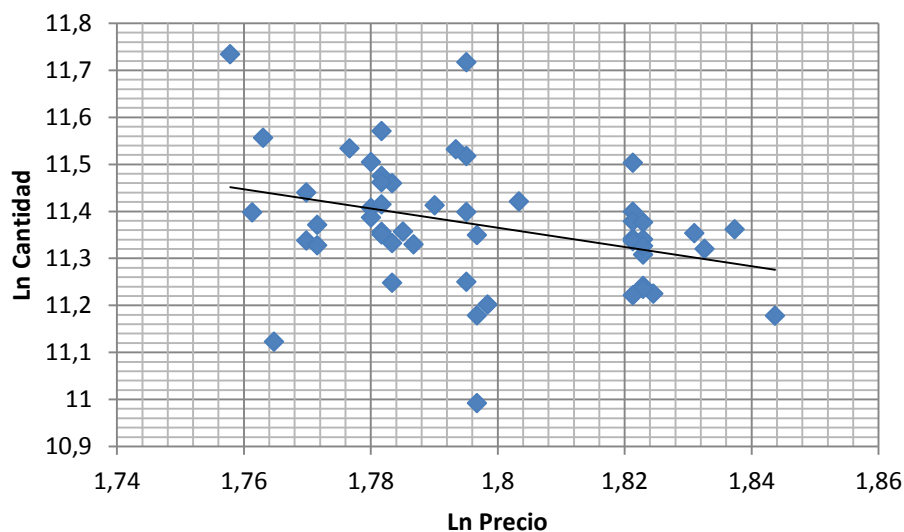


Gráfico N° 3: Ejemplo de comportamiento esperado, para producto ACEITE COCINERO 1LT 12BOT

Para etiquetar un producto como Elástico o Inelástico, se busca que las cantidades se vean afectadas por alzas de precios, en mayor o menor medida, respectivamente. Al observar el gráfico anterior, es posible apreciar que si se produce el comportamiento esperado, encontrándose más cantidades transadas en intervalos de precio que están más a la izquierda del eje X de precios. Aun así, se producen comportamientos anómalos que pueden explicarse, por diversos factores, entre los que se cuentan:

- Estacionalidades en los meses de consumo.
- Ofertas y Promociones, las que no pueden ser identificadas en la base transaccional.
- Eventos particulares que generen alzas imprevistas en el consumo.

Para ajustar los datos al cálculo de Elasticidades, del paso que sigue a esta etapa de la metodología, se deben considerar estos efectos. Pero, al estar este trabajo orientado a la extracción de Reglas de Precios, el cálculo de Elasticidades se realizará considerando como variables primordiales los precios y las cantidades transadas. Pese a lo anterior, se incluirán las siguientes variables al modelo de Regresión Doble-Log, a fin de explicar algunos de los efectos apreciados descriptivamente:

### **Variables Logarítmicas**

Para ajustar los precios y las cantidades demandas al cálculo de Elasticidades, se obtienen los logaritmos naturales de ambas cantidades, para las semanas del estudio.

### **Variables dummies**

Estas variables establecen las posibles estacionalidades presentes en las semanas de transacciones. Se utilizan variables binarias que indican si la semana de la transacción es de inicio de mes, de fin de mes, y si corresponde a uno de los meses entre enero y noviembre. Además, se incluye una variable entera que indica el número de semanas que se transó el producto, según la agrupación y antes mencionada. No se incluye la variable para el mes de diciembre pues está implícita al establecer las variables mensuales como cero para todos los meses. En el **Anexo B** se puede encontrar el detalle de las variables utilizadas.

A continuación se ejemplifican los datos resultantes de la generación de variables, que serán utilizados en el cálculo de Elasticidades.

Semana	Cantidad	Precio	var_fin_mes	var_ini_mes
1	71560,0002	6,32	1	0
2	85993,0003	6,28	0	0
3	85301,3333	6,24	1	1
4	82507,9998	6,25	0	0
5	74992	6,2	1	1
6	81502,0003	6,19	1	0
7	84345,0001	6,18	0	0
8	76253,5003	6,19	1	1
9	99080,9999	6,18	0	1
10	75789,2	6,19	1	1
11	89309,0004	6,18	1	0
12	84211,5003	6,19	0	0
13	83885,4999	6,18	1	1

Tabla N° 7: Ejemplo de Datos a incluir en al análisis de regresiones.

Se observa en la imagen anterior que existen largos periodos en los que el precio no sufre cambios, pero si se notan alteraciones en las cantidades demandadas. Para el cálculo de Elasticidades se requiere extraer semanas en donde se vean alterados tanto precios como cantidades, poniendo especial énfasis en que el precio varíe pues de no variar no entrega información relevante respecto a las cantidades demandadas. Debido a lo anterior, se decide agrupar estos periodos sin variación de precios en un periodo que agrupe las cantidades demandadas como un promedio. Sumado a lo anterior, se agrupan las variables dummies como la suma de las variables del periodo, estableciéndose como 1 si la suma resulta mayor a cero.

En el próximo paso del Desarrollo Metodológico se muestra el resultado de esta generación de variables.

## 7.2 Levantamiento de características a reglar

Para generar los datos necesarios para el cálculo de indicadores de Soporte y Confianza, fue necesario extraer las siguientes variables de las transacciones consideradas en el estudio:

- Precios moda semanales.
- Precios moda sucursales.
- Semanas en que producto i tiene asignado un precio mayor al producto j.
- Contribución promedio de los producto i y j, cuando son transados juntos.
- Total de semanas del estudio.



Además, para la extracción de las reglas que involucran la elasticidad de los productos, es necesario obtener los coeficientes estimados de la elasticidad, para los productos estudiados. A continuación se realiza lo anterior.

### 7.2.1 Extracción de Elasticidades para los productos seleccionados.

Como ya se ha comentado, las elasticidades permiten “etiquetar” a los productos, de acuerdo a la sensibilidad que tienen los clientes, respecto a su precio. De la extracción de variables del punto anterior, se define la Regresión lineal “Doble-Log” como sigue:

$$\ln(Q) = B_0 + B_1 \ln(P) + \sum_{i=2}^{14} B_i * dummy_i$$

, correspondiendo  $Q$  a la cantidad seminal demanda para un periodo,  $P$  al precio al que fue transada esa cantidad y las variables  $dummy_i$  corresponden a las 13 variables dummies antes ya explicadas. Los coeficientes  $B$  corresponden a los coeficientes asociados a cada variable.

Se ejecutó el cálculo de los coeficientes en el software STATA, obteniéndose indicadores para cada uno de las regresiones. Se obtuvo el valor de los coeficientes, sus valores del estadístico t-student (p valor) y los indicadores  $R^2$  de ajuste de cada producto regresionado. Se utilizó el siguiente comando, para ejecutar las regresiones y extraer los indicadores deseados:

```
stepwise, pr(.5) lockterm1: regress ln_q ln_p var_fin_mes var_ini_mes var_ene var_feb var_mar var_abr var_may var_jun var_jul var_ago var_sep var_oct var_nov semanas
```

El método de regresión es el Backward Regression, que va eliminando a las variables con un p valor mayores a 0,5. Se bloquea el término que corresponde al logaritmo del precio, para evitar eliminar esta variable.

En la tabla siguiente se observan los indicadores extraídos, para cada uno de los productos:

Producto	Periodos	Elasticidad	p-valor	R2
4098	34	-7,554	0,09	0,41
21	41	-1,930	0,14	0,33
32	37	-1,819	0,02	0,30
6	71	-3,305	0,00	0,48
4088	25	50,194	0,00	0,83
31	46	-18,198	0,03	0,33
30	45	-16,908	0,00	0,49
4069	17	-22,104	0,01	0,99

Tabla N° 8: Elasticidades extraídas, para la categoría de análisis.

Además de los indicadores extraídos, se graficó cada uno de los productos considerando la cantidad demanda efectivamente en las semanas, versus la cantidad pronosticada por el modelo de Regresión Doble-Log. Un ejemplo de lo anterior se muestra a continuación:

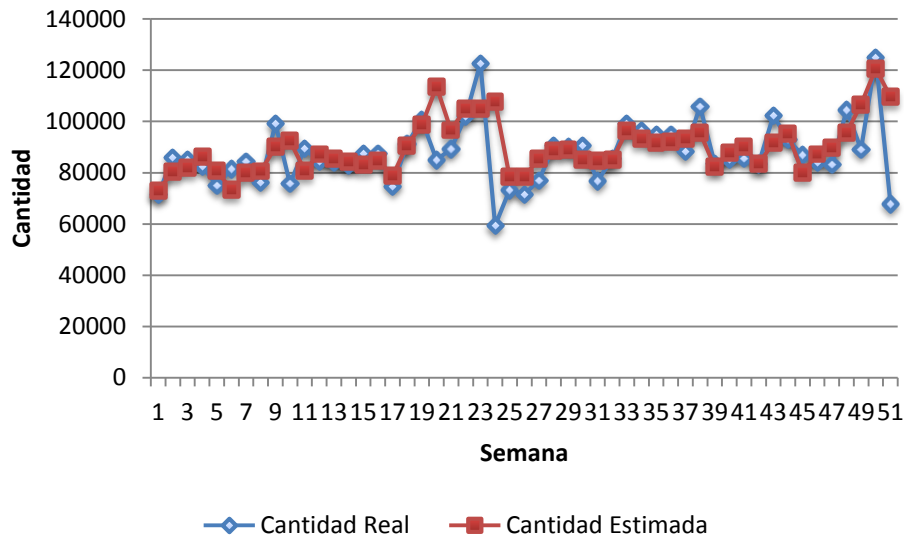


Gráfico N° 4: Ejemplo de ajuste de modelo, para producto ACEITE COCINERO 1LT 12BOT

De la imagen anterior, se observa que el modelo se ajusta correctamente en periodos en que la demanda es estable en el tiempo, resultando diferencias notables en los periodos en que la demanda presenta quiebres abruptos o alzas muy pronunciadas.

Cada uno de los productos presenta distintos coeficientes para la variable *Precio*, con distintos grados de ajuste. Cada coeficiente muestra desviaciones estándar diferentes, las que se considerarán a la hora de catalogar a un producto dentro de un rango de elasticidad.

### 7.3 Construcción de Reglas de Precios

Con las variables obtenidas, descritas en el paso 2 de la metodología de este trabajo, es posible determinar los indicadores de Soporte y Confianza para las reglas. Se calculan las semanas favorables, las semanas en que pares de productos son transados y las semanas en que se cumplen las reglas, a través de procedimientos SQL y la ejecución de programas en lenguaje Perl.

#### 7.3.1 Regla de Orden de Productos

La Regla de Orden, como ya se ha expuesto con anterioridad, analizará el comportamiento de los precios de pares de productos comparable (que difieran sólo en

un atributo), evaluando la diferencia en las contribuciones que generen, versus un promedio histórico.

Para poder construir la regla y sus indicadores, se construye un modelo de datos que recopile la información de precios y contribuciones semanales, para la categoría en análisis. La construcción del modelo de datos se detalla en el **Anexo C**.

Todo el proceso de generación de la Regla de Orden es automatizado mediante un Script SQL. A continuación, se presentan los resultados de la regla extraída.

### 7.3.1.1 Resultados Regla de Orden de Productos

De la tabla “reglas\_productos” del modelo de datos (que agrupa las reglas resultantes) se filtran las reglas que presentan menos de un 50% de peso. Esto permite obtener un total de 428 reglas. Las reglas son analizadas de acuerdo a sus indicadores de soporte y confianza, buscándose los casos con soporte y confianza alta; con soporte bajo y confianza alta; y con soporte alto y confianza baja.

Se debe recordar que se considera una confianza como alta, a aquella que posea un valor sobre 0,6 (60%). Por otra parte, una confianza baja será aquella con un valor menor o igual a 0,6. Finalmente, un soporte alto tendrá un valor mayor o igual a 0,5 (50%) y uno bajo un valor menor a 0,5. Estos valores se emplearán en el filtrado de las reglas encontradas.

Para observar los índices obtenidos de mejor manera, se grafican los indicadores de soporte y confianza, desplegándose en el siguiente gráfico:

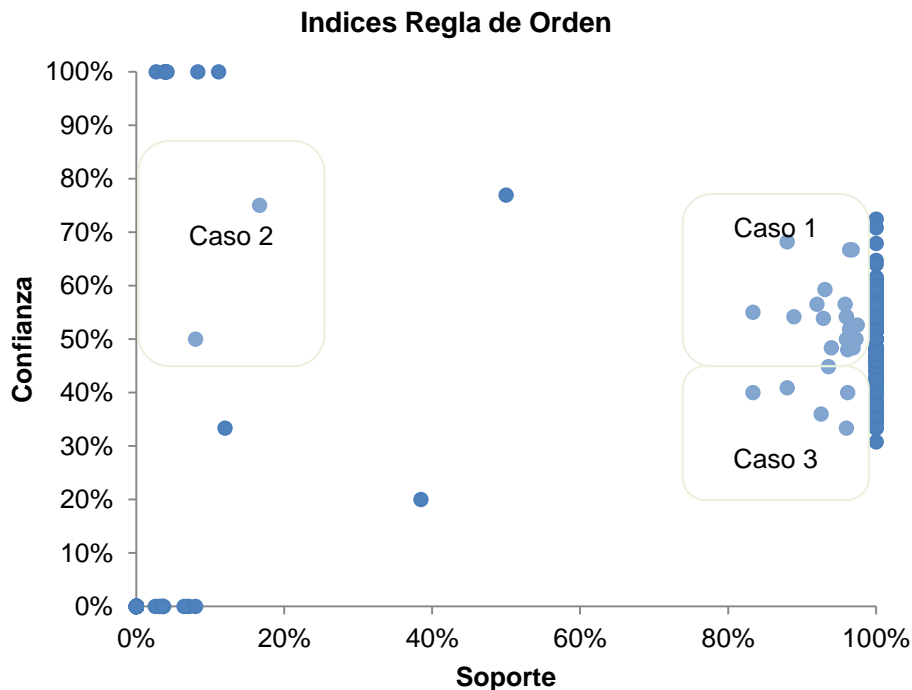


Gráfico N° 5: Índices para Regla de Orden

Se observan en la imagen los grupos de reglas que se esperaba encontrar. Estas reglas son categorizadas en los grupos “Caso 1”, “Caso 2” y “Caso 3”, que corresponden a los grupos de interés a analizar, descritos al comienzo de esta sección y detallados en la metodología.

Una vez categorizadas las reglas, se eliminan aquellas reglas que no permitan comparación entre semanas con y sin regla. Es decir, se espera que las reglas de los casos 1 y 3 tengan suficientes semanas sin regla para contrastarlas, mientras que las reglas del tipo 2 tengan suficientes semanas con cumplimiento de la regla. Para definir el número mínimo de semanas que debe haber en contraste, se contabiliza el número de reglas que se obtienen, al variar el número mínimo. La tabla siguiente resume la información obtenida:

Mínimo de semanas para contrastar	Reglas obtenidas
1	36
2	15
3	8
4	4
5	1

Tabla N° 9: Reglas de Orden obtenidas, con un mínimo de semanas a contrastar.

La tabla anterior revela que las relaciones entre los productos de la categoría se encuentran bien definidas, siendo sólo 36 las reglas en las que hay semanas donde no se cumple la regla. Aun así, existe aún la posibilidad de encontrar algún patrón de interés para el Proveedor. Se opta por un mínimo de 3 semanas disponibles para contrastar, pues menos de 3 semanas no es considerado válido como para obtener conclusiones, por parte del Proveedor. En total son 8 reglas a analizar. Las 8 reglas encontradas se detallan a continuación:

Nº Regla	Sucursal	Producto 1	Producto 2	Nivel Diferente
1	NORTESUR CHICOICA	NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	Formato (Caja/Bot)
2	CADENA	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	Tipo (200CC/500CC)
3	NORTESUR CHICOHUARAZ	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	Tipo (500CC/200CC)
4	NORTETRUJILLO	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	Marca (Capri/Primor)
5	SURTACNA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	Marca (Primor/Capri)
6	NORTETRUJILLO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	Marca (Primor/Capri)
7	NORTESUR CHICOHUARAZ	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	Tipo (200CC/500CC)
8	NORTETRUJILLO	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	Tipo (200CC/500CC)

Tabla N° 10: Reglas de Orden, detalle de productos.

Nº Regla	1	2	3	4
Semana c/Regla	13	22	4	3
Semana c/Regla Favorable	10	15	3	3
Semana S/Regla	13	3	20	24
Promedio Cont. c/Regla	4.665	162.981	489	8.046
Promedio Cont. s/Regla	3.876	33.399	429	5.590
Desv. c/Regla	701	53.626	102	1.997
Desv. s/Regla	634	12.085	143	3.261
Dif. entre Semanas	789	129.581	59	2.456
Beneficio Potencial	\$ 10.252	\$ 388.744	\$ 1.189	\$ 58.954
Caso	1	1	2	2
Soporte	50%	88%	17%	11%
Confianza	77%	68%	75%	100%
Nº Regla	5	6	7	8
Semana c/Regla	20	24	20	22
Semana c/Regla Favorable	11	13	8	9
Semana S/Regla	4	3	4	3
Promedio Cont. c/Regla	4.463	5.590	429	12.577
Promedio Cont. s/Regla	7.038	8.046	489	10.663
Desv. c/Regla	2.995	3.261	143	7.065
Desv. s/Regla	678	1.997	102	6.669
Dif. entre Semanas	2.574	2.456	59	-1.915
Beneficio Potencial	\$ 51.486	\$ 58.954	\$ 1.189	-\$ 42.120
Caso	3	3	3	3
Soporte	83%	89%	83%	88%
Confianza	55%	54%	40%	41%

Tabla N° 11: Reglas de Orden, detalle de indicadores.

En las tablas anteriores se destacan las reglas que son la inversa de la otra, teniendo en cuenta que de optar por una estrategia, se debe optar por el comportamiento que genera mayor contribución. Contrario a lo que indica la experiencia del Proveedor, en este caso convendría mantener al formato de 500cc. de “Aceite Cil”, con un precio mayor que el formato de 200cc. Sin embargo, esto podría provocar consecuencias a largo plazo, al producirse la canibalización del producto de formato más grande. Sólo es posible establecer que para las semanas en que el precio del formato 200cc. , para el producto “Aceite Cil”, estuvo más bajo que el del formato 500cc. , las contribuciones

fueron mejores. Esto plantea la oportunidad de generar promociones en las que se oferte el formato de menor tamaño, por un periodo acotado de tiempo.

A los comportamientos conflictivos, como el observado para las reglas números 3 y 7 de la Tabla N° 11, se suma el comportamiento observado en la regla N° 8 de la misma tabla. Para esa situación, se esperaba que en semanas sin cumplimiento de regla el desempeño fuese mejor, pues las semanas en donde si se cumple la regla no se observa buen desempeño. Lo anterior no sucede, y se explica por la existencia de semanas puntuales, en donde se cumple la regla, muy favorables. Por lo tanto, no es posible concluir nada respecto a esta regla en particular. Por lo anterior, se determina que para la evaluación económica de la Regla de Orden, se omitirán estos comportamientos no concluyentes, dejando fuera las reglas N° 3, 7 y 8. Debido a esto, el beneficio potencial total de esta regla es \$ 206.687 USD.

Cada una de las reglas de interés, seleccionadas del análisis de las tablas N° 10 y 11, se las analiza semanalmente para observar el comportamiento individual de las semanas donde se cumple o no se cumple la regla, poniendo énfasis en las contribuciones obtenidas en esa semanas. Cabe recordar que este tipo de análisis es uno de los pilares del Sistema de Soporte a la Decisión, que se construirá con las reglas resultantes de los distintos análisis de Reglas de Precios.

A modo de ejemplo, se muestra el detalle de las reglas número 1 y 2, de la tabla N° 10.

#### **Detalle de Regla de Orden N° 1**

Esta regla evalúa el comportamiento del producto “Nuevo Aceite Cil 1 litro. 12 botellas”, en su formato de venta en caja y en botella, para una sucursal.

La regla presenta 13 semanas con cumplimiento de la regla y 13 sin cumplimiento. El soporte, por ende, es de un 50%, mientras que la confianza es de un 77% (10 de las 13 semanas con regla presentan contribuciones mayores al promedio histórico). El detalle del comportamiento de este producto se muestra en el siguiente gráfico:

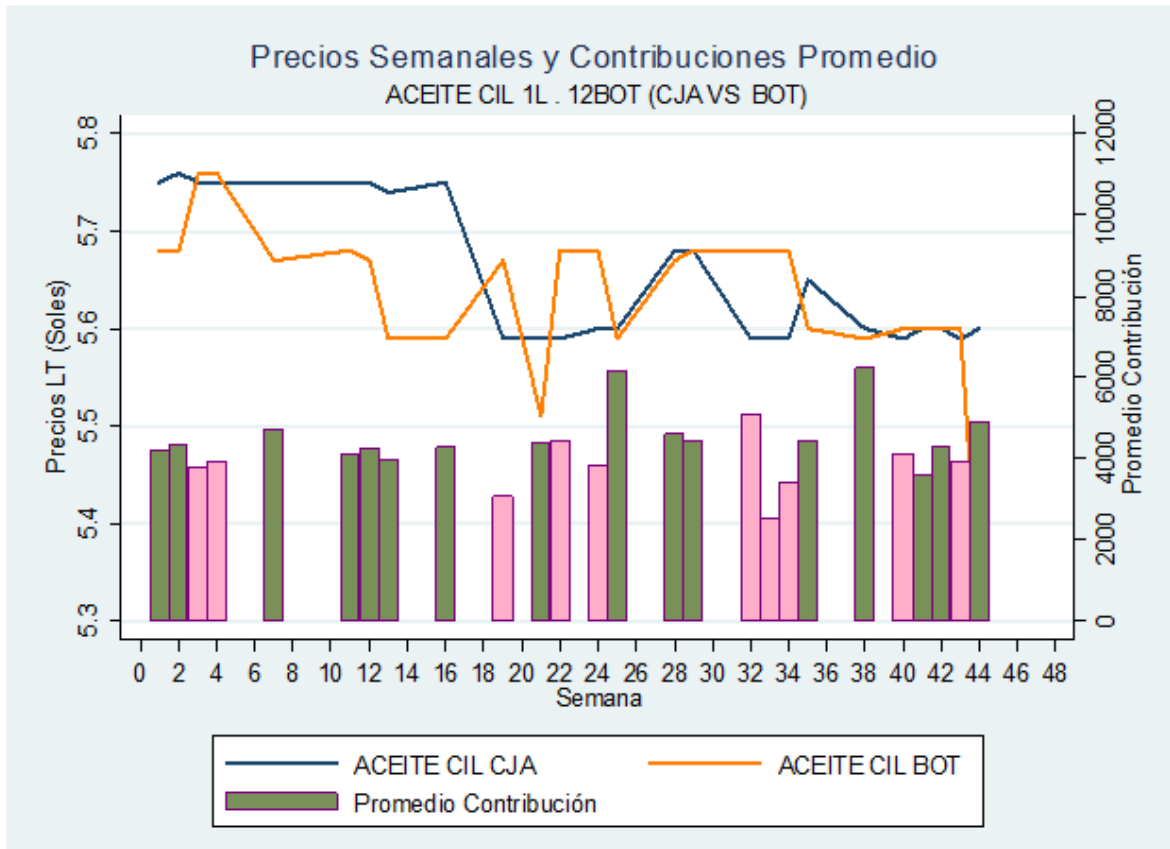


Gráfico N° 6: Detalle Regla de Orden N° 3, Nuevo Aceite Cil 1L. 12 Botellas, Caja versus Botella.

En el gráfico anterior, las semanas marcadas en rojo son las semanas en que no se cumple la regla. También se debe destacar que las semanas en que no existe contribución son semanas en las que ambos productos no fueron transados junto, o si lo hicieron no eran comparables (errores en la información de origen o sólo se vendió un formato). Para las demás reglas a extraer se realiza un análisis similar, por lo que se debe recordar lo aquí comentado.

Es apreciable que las semanas donde se cumple la regla son más favorables en términos de contribución, que las semanas sin cumplimiento de la regla. Para expresar esto en términos monetarios, se comprueba que las semanas con regla presentan mejores resultados al promediar la contribución promedio de los productos. Lo anterior se expresa en la siguiente tabla:

	Con Regla	Sin Regla
Desempeño de contribución	\$ 4.664	\$ 3.876

Tabla N° 12: Detalle Regla de Orden N° 3, desempeño de contribuciones. Montos en soles.

La pérdida potencial de no haber seguido la regla es la diferencia de los desempeños con regla y sin regla (\$ 788 soles) en las 13 semanas en que no se cumple la regla. Es decir, la pérdida potencial es de \$10.244 soles (\$ 3.728 USD).

**Detalle de Regla de Orden N° 2**

Esta vez la regla analizada es a nivel de Cadena, para el producto “Aceite Friol 24 Botellas” de los tipos 200cc y 500cc. Para este caso son 22 semanas con cumplimiento de la regla y 3 sin esta. De las 22 semanas con regla, 15 presentan contribuciones mayores al promedio. Por lo anterior, el soporte de esta regla es de 88% y su confianza de 68%.

En el siguiente gráfico se detalla el comportamiento semanal de esta regla:

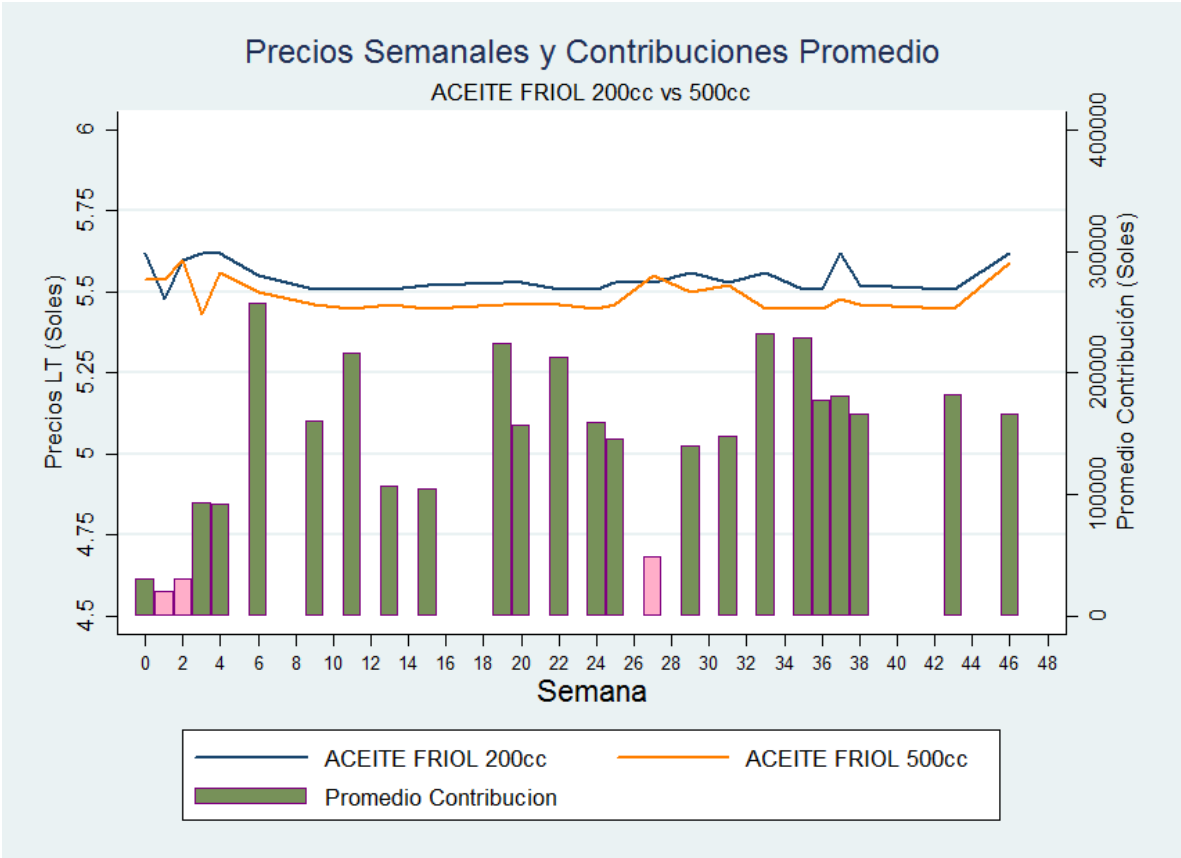


Gráfico N° 7: Detalle Regla de Orden N° 10, Aceite Friol 24 Botellas, 200cc versus 500cc.



Para este caso se obtienen los siguientes desempeños en contribución:

	Con Regla	Sin Regla
Desempeño de contribución	\$ 162.980	\$ 33.400

Tabla N°13: Detalle Regla de Orden N° 10, desempeño de contribuciones. Montos en soles.

La pérdida potencial para este caso es de \$ 388.740 soles (\$ 141.361 USD). Esta regla es a nivel de cadena, logrando apreciar que existen semanas (1, 2 y 27) en que el formato de menor capacidad en litros se encuentra por debajo, en precio, al de mayor capacidad. Este es uno de los comportamientos que se busca evitar y que nunca debiera ocurrir.

Para obtener mejores apreciaciones sobre lo que está sucediendo en la categoría, este tipo de análisis gráfico se incorpora más adelante, en la Herramienta de Extracción de Reglas, descrita en la metodología de este trabajo.

A continuación se describen los principales resultados obtenidos con la extracción de Reglas de Canibalización entre Productos.

### **7.3.2 Reglas de Canibalización entre Productos**

Como se pudo apreciar en la Regla de Orden, la búsqueda de nuevas relaciones entre los productos puede truncarse por la escasez de semanas en que la regla pueda ser contrastada. La Regla de Canibalización trata de hacerse cargo de este inconveniente, al relajar la relación de precios al analizar la interacción de estos en un rango de precios.

Es necesario establecer el rango en que se analizarán los productos, es necesario realizar un análisis de sensibilidad del rango a emplear.

#### **7.3.2.1 Análisis de sensibilidad.**

Para realizar el análisis de sensibilidad, se emplea el siguiente procedimiento:

- Se construye la base de datos, de la misma forma que para la Regla de Orden. En vez de buscar las ocasiones en que el precio de un producto es mayor a otro, se buscan las ocasiones en que el precio se encuentra por encima o por debajo del precio de otro producto, según un rango a definir.
- La regla a medir implica que los productos se encuentren en un rango de precios similar. El nivel de similitud empleando, variará de un 1% a un 20%.
- Para cada uno de los porcentajes se construye una base de datos.

- Se extraen las reglas de precios, para cada una de las base de datos construidas.
- Finalmente, se compararán las reglas extraídas en base a lo siguiente:
  - o Número de reglas encontradas.
  - o Confianzas y soportes encontrados.
  - o Beneficios Potenciales del cumplimiento de las reglas encontradas

Se considera la evaluación de las siguientes reglas:

- (Caso 1) Reglas de soporte alto y confianza alta
- (Caso 2) Reglas con alto soporte y confianza baja

Ambos casos son considerados al evaluar el beneficio potencial de seguir o no una regla.

Para apoyar la construcción de esta regla, se utiliza el lenguaje de programación Perl, el que permite realizar una conexión con bases de datos MySQL. El procedimiento es el siguiente:

- Se desarrolla un programa en Perl (o Script Perl) para la creación de las bases de datos, según lo expuesto anteriormente. Para mayor detalle, revisar **Anexo D**.
- Se desarrolla otro Script para la extracción de los indicadores para las reglas de precios, para permitir comparar los distintos rangos usados.
- Finalmente, se desarrolla un último Script para escribir la información encontrada en la base de datos.

Esta regla presenta una estructura de tablas, en su modelo de datos, idéntica a la Regla de Orden, sólo que se incorpora una nueva tabla que se utiliza en el análisis del rango a emplear. La tabla se muestra a continuación:

The image shows a screenshot of a database table schema for 'sensibilidad\_regla\_equivalencia'. The table contains the following fields:

Field Name	Data Type
sucursal	VARCHAR(50)
prod_nkey1	VARCHAR(50)
prod_nkey2	VARCHAR(50)
semana_regla	INT(11)
semana_sin_regla	INT(11)
promedio_regla	DOUBLE
promedio_sin_regla	DOUBLE
desv_regla	DOUBLE
desv_sin_regla	DOUBLE
dif_regla	DOUBLE
beneficio	DOUBLE
caso	INT(11)
rango	DOUBLE
soporte	DOUBLE
confianza	DOUBLE

Imagen N° 2: Tabla extra incorporada en el modelo de datos para Regla de Canibalización

Para el análisis del rango a utilizar se consideran sólo las reglas en que el caso que debiese ser el favorable presenta una contribución mayor al que no debiese serlo; es decir, para el Caso 1 la semana con regla debiera presentar mejores resultados que la sin regla, mientras que para el Caso 2 es lo contrario. La tabla anterior recopila todas las reglas encontradas bajo todos los rangos usados, siendo el campo “dif\_regla” el que mide las diferencias entre las reglas (según el campo “caso” que identifica a la regla como de Caso 1 o 2) y el campo “beneficio” el beneficio potencial de aplicar la regla (calculado de igual forma que en la Regla de Orden).

Además, se considera a las reglas que permitan realizar contrastes entre semanas, siendo equivalente a que tengan un soporte menor al 100%. Todo esto se toma en consideración para la extracción de estadísticas de la tabla “sensibilidad\_regla\_equivalencia”, usando la siguiente búsqueda SQL:

```
SELECT rango,
COUNT(rango) AS numero_de_regla,
SUM(beneficio) beneficio_potencial
FROM sensibilidad_regla_equivalencia
WHERE dif_regla > 0 AND semana_regla > 0 AND semana_sin_regla > 0
GROUP BY rango;
```

El resultado del análisis de los rangos, obtenida de la búsqueda anterior, se expone en las siguientes tablas:

Rango	Reglas	Suma de beneficio	Suma de beneficio por confianza
1%	8	\$ 2.288.603	\$ 1.714.929
2%	6	\$ 1.446.878	\$ 913.106
3%	2	\$ 968.291	\$ 611.552
4%	7	\$ 1.554.819	\$ 925.925
5%	20	\$ 1.896.132	\$ 958.940
6%	25	\$ 1.980.113	\$ 840.217
7%	18	\$ 2.442.837	\$ 1.308.431
8%	23	\$ 2.165.964	\$ 1.111.565
9%	20	\$ 3.184.757	\$ 1.547.202
10%	13	\$ 2.720.104	\$ 1.334.717
11%	8	\$ 1.812.870	\$ 932.605
12%	3	\$ 406.498	\$ 178.972
13%	3	\$ 943.572	\$ 503.600
14%	5	\$ 958.438	\$ 603.603
15%	5	\$ 1.387.991	\$ 817.646
16%	6	\$ 1.083.992	\$ 693.709
17%	5	\$ 1.604.271	\$ 879.734
18%	4	\$ 1.197.107	\$ 733.474
19%	2	\$ 143.938	\$ 96.672
20%	2	\$ 130.943	\$ 57.684

Tabla N° 14: Tabla para determinar rango a emplear en Regla de Canibalización, según reglas extraídas. Montos en soles.

Sumado a lo anterior, también es de interés contabilizar cuántos productos están involucrados en las reglas encontradas. Esta información está contenida en la siguiente tabla:

Rango	Productos
1%	5
2%	5
3%	2
4%	5
5%	6
6%	7
7%	8
8%	9
9%	10
10%	6
11%	4
12%	2
13%	3
14%	3
15%	3
16%	3
17%	4
18%	3
19%	1
20%	2

Tabla N° 15: Tabla para determinar rango a emplear en Regla de Canibalización, según productos involucrados.

Se definen como rangos de interés, por parte del Proveedor, a aquellos en donde el beneficio potencial sea mayor a \$1.000.000 de soles y los productos involucrados sean mayores a 5. En ambas tablas se encuentran destacados los casos que corresponden a lo anterior, siendo los rango de un 7% a un 10% los que cumplen con ambas.

Para ejemplificar el tipo de reglas que se obtienen bajo el enfoque de Canibalización, se toma el rango de 10% como referencia.

### **Ejemplo Regla de Canibalización: Rango 10%**

Este rango presenta un total de 428 reglas, pero efectuándose el mismo filtrado empleado en el análisis de sensibilidad, resultan sólo 13 reglas. Estas presentan los siguientes indicadores de soporte y confianza, graficados a continuación:

### Indicadores Regla de Canibalización 10%

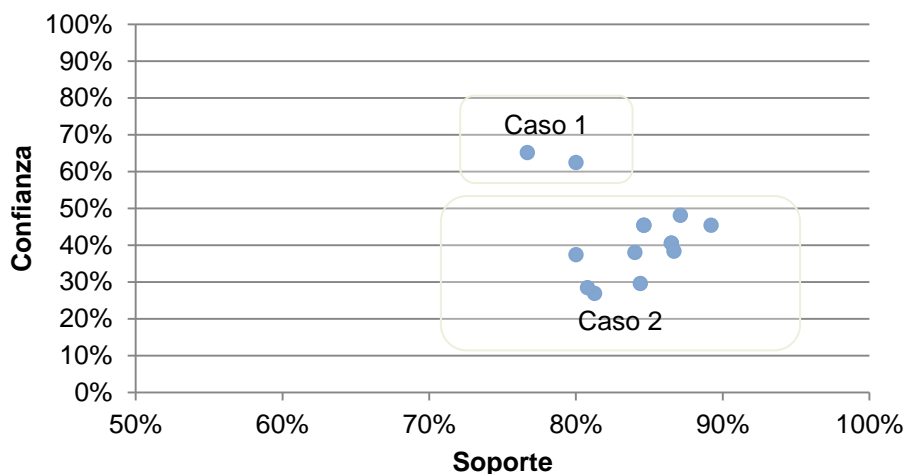


Gráfico N° 8: Índices para Regla de Canibalización. Rango 10%.

Las reglas encontradas son las siguientes:

Regla	Sucursal	Producto 1	Producto 2	Nivel diferente
1	CADENA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	MARCA
2	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	MARCA
3	LIMALIMA	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	TIPO
4	LIMALIMA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	TIPO
5	NORTECHICLAYO	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	TIPO
6	NORTECHICLAYO	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	MARCA
7	NORTECHICLAYO	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	MARCA
8	NORTECHICLAYO	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	TIPO
9	NORTEPIURA	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	TIPO
10	NORTEPIURA	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	TIPO
11	NORTESUR CHICOAYACUCHO	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	MARCA
12	NORTESUR CHICOHUARAZ	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	MARCA
13	SURJULIACA	NU. ACEITE CIL 1L. 12BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	TIPO

Tabla N° 16: Reglas de Orden, detalle de productos.

Regla	Semanas con Regla	Semanas sin Regla	Semanas con Regla y contribución favorable	Soporte	Confianza
1	23	7	15	77%	65%
2	24	6	15	80%	63%
3	27	5	8	84%	30%
4	26	6	7	81%	27%
5	21	5	6	81%	29%
6	22	4	10	85%	45%
7	22	4	10	85%	45%
8	21	4	8	84%	38%
9	32	5	13	86%	41%
10	32	5	13	86%	41%
11	27	4	13	87%	48%
12	33	4	15	89%	45%
13	26	4	10	87%	38%

Tabla N° 17: Reglas de Orden, detalle de indicadores.

Las reglas 1 y 2 corresponden a las del Caso 1, para la Regla de Canibalización, mientras que el resto corresponden al Caso 2. Se analiza una de cada caso para observar los diferentes efectos que se busca identificar con esta regla.

#### **Detalle de Regla de Canibalización (10%) N° 2**

Esta regla es a nivel de Cadena para los productos Primor y Capri de 1 litro, 12 botellas. Ambos productos, difiriendo en sólo el atributo de marca, están presentes en 30 semanas, y en 24 de estas presentan una diferencia en precios de menos de un 10% (del segundo versus el primero). El comportamiento semanal de ambos productos se muestra en la imagen de la siguiente página:

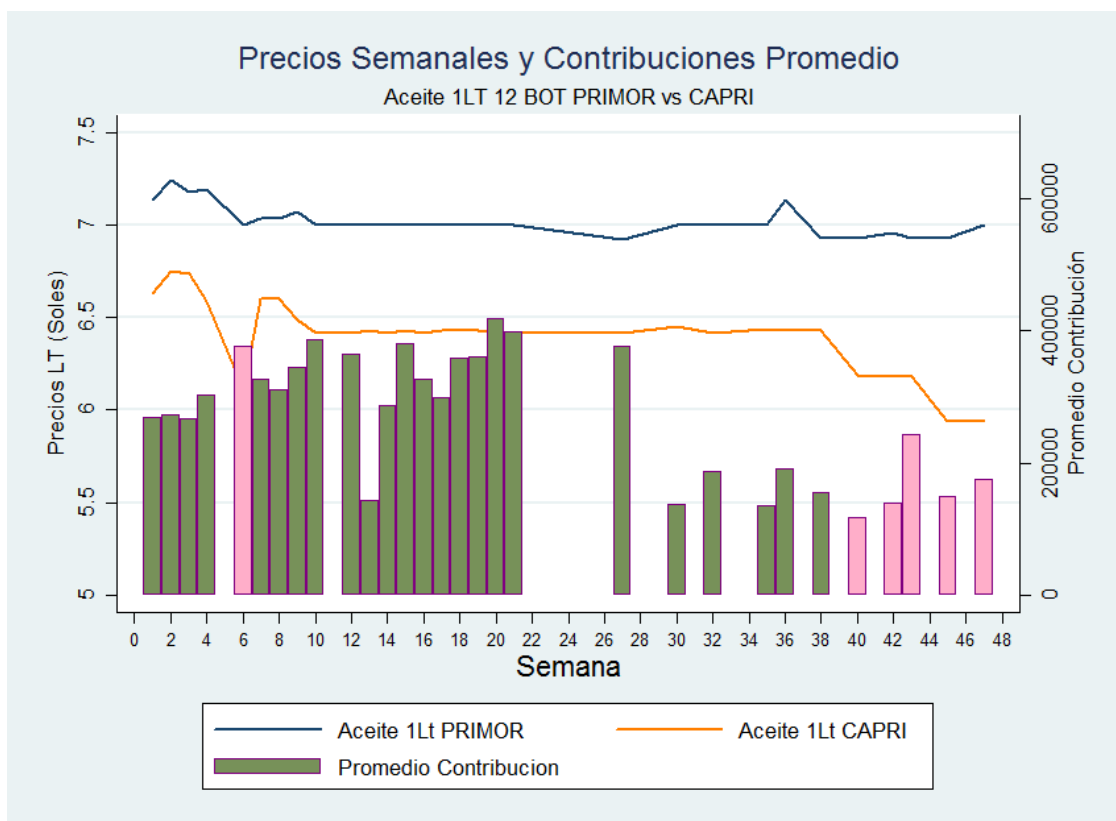


Gráfico N° 9: Detalle Regla de Canibalización (10%) N° 2, Aceite 1Lt 12Bot. Primor versus Capri.

Se aprecia en el Gráfico N° 8 que cerca del final del periodo los productos se alejan uno del otro, en términos de precios, siendo la marca “Capri” casi \$1 sol más barata que “Primor”. Esto afecta las contribuciones de la siguiente manera:

	Con Regla	Sin Regla
Desempeño de contribución	\$ 291.777	\$ 200.289

Tabla N° 18: Detalle Regla de Canibalización (10%) N° 2, desempeño de contribuciones.

La pérdida potencial por no haber seguido esta regla es de \$ 419.560 soles (\$ 167.824 USD).

### Detalle de Regla de Canibalización (10%) N° 5

Este tipo de Regla de Canibalización corresponde al Caso 2, donde se busca encontrar a aquellos productos que al compartir un nivel de precios generan contribuciones desfavorables. Para este caso, la regla es para una sucursal, para el producto “Aceite Capri 12 Botellas”, confrontándose el tipo 1 litro versus el tipo 500cc.



Sucursal	NORTECHICLAYO
Semanas c/ Regla	21
Semanas s/ Regla	5
Promedio Contribución c/ Regla	\$ 28.949
Promedio Contribución s/ Regla	\$ 46.152
Diferencia entre semanas	\$ 17.202
Beneficio Potencial	\$ 361.259

Tabla N° 19: Detalle Regla de Canibalización (10%) N° 5, desempeño de contribuciones.

En este caso la situación favorable en el incumplimiento de la regla, es decir, que los precios de los productos no se acerquen demasiado. La pérdida potencial por haber seguido esta regla fue de \$361.259 soles (\$ 131.367 USD).

Para la evaluación económica de esta regla, por otra parte, se utilizarán todas las reglas encontradas. No se discriminará por el rango de la variación, si no que por los índices de confianza. En total se encontraron 60 reglas del tipo 1 y 192 del tipo 2, haciendo un total de 252 reglas. Debido a que un par de productos puede estar en muchos rangos de precios, se selecciona el rango que presenta mayor beneficio potencial. Esto reduce el número de reglas a 34 y 72, respectivamente, totalizando 106 reglas.

Considerando lo anterior, se determina que el beneficio potencial para esta regla es de \$ 2.948.145 USD, para la Regla de Canibalización del tipo 1, y \$ 2.769.923 USD para la del tipo 2. En el **Anexo E** se observa el detalle para el cálculo del tipo 1 (para el tipo 2 es análogo). El beneficio potencial total, para esta regla, es de \$ 5.718.068 USD.

Tanto la Regla de Orden como la de Canibalización están orientadas a evidenciar relaciones entre productos. Como se ha comentado anteriormente, también es deseado obtener una mirada global de estos comportamientos, pudiendo llegar a descubrir Reglas de Precios que establezcan relaciones entre marcas, formatos o tipos de productos. En la siguiente sección se explora este tipo de reglas.

### 7.3.3 Reglas de Orden Agregada

Se considerarán sólo los atributos de “Marca” y “Tipo”, referente a las marcas de los productos y al tipo de litro en el que son transados. El atributo “Formato” (referente a la forma en que se transa el producto, ya sea en caja o por botellas) no se tomará en cuenta para el análisis, pues se espera agregar el análisis en los atributos restantes.

Al realizar un análisis más agregado, es necesario notar que hay productos que comparten atributos, como lo es pertenecer al mismo tipo (ej.: 500cc), pero que no son comparables pues se encuentran en rangos de precios distintos. Es así como es posible encontrarse con casos en que un aceite de 200cc puede estar más barato (en su precio

por litro) que uno de 1 litro, debido a que uno pertenece al segmento económico y el otro al Premium. Para evitar estas situaciones, se recurre a la información extraída en el análisis descriptivo de este trabajo, a fin de identificar que marcas pueden ser analizadas de manera agregada y cuáles no. Este análisis se desarrolla a continuación.

### Productos Agregables

Del análisis de precios, realizado con anterioridad, se desprende la siguiente información

- Existen marcas económicas (FRIOL y CIL) que presentan precios por litro menores a los de los productos Premium (Capri, Cocinero y Primor), para todos los formatos de envases (200cc, 500cc y 1LT).
- Las marcas Capri, Cocinero y Primor comparten niveles de precios similares.
- La marca Primor se destaca como la marca Premium de esta categoría.

Dado lo anterior, se determina un análisis para, los siguientes grupos de marcas:

Grupo de Marcas
Capri – Cocinero
Capri – Primor
Cocinero – Primor
Capri – Cocinero – primor

Tabla N° 20: Marcas a considerar en Regla Agregada.

Además de los grupos de marcas, se analizará cada marca de manera individual.

La extracción de la Regla Agregada se realiza para la Regla de Orden, pero el proceso es análogo y replicable para la Regla de Canibalización. El proceso a seguir es el siguiente:

- Se generan las características únicas a agregar, definiéndose los siguientes grupos de atributos a analizar, según lo descrito en el punto 6.3 de la Metodología de este trabajo:
  - Regla Agregada entre Formatos: Productos de igual marca, pero de distinto formato de litros.
  - Regla Agregada entre Marcas: Productos de un mismo formato de litro, pero de distinta marca.
  - Regla Agregada entre Grupos de Marcas: Productos de un mismo formato de litro, dentro de un grupo de marcas: el análisis es el mismo que para el punto anterior, sólo que esta vez se comparan productos pertenecientes a los grupos de productos, definidos en la Tabla N° 19.

- Se calcularán los mismos indicadores de Soporte, Confianza y Peso, empleados en las Reglas de Orden. Se utilizará un análisis por Sucursales y a nivel de Cadena, de la misma forma que se realizó para la última regla mencionada.

El procedimiento anterior implica la selección de distintos tipos de productos, diferenciándose en marca o tipo de litro vendido. A continuación se ejemplifica cada uno de los Grupos de productos que se quieren analizar de forma agregada:

Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
CIL	CIL	200CC	1LT
CAPRI DOMESTICO	CAPRI DOMESTICO	500CC	1LT
COCINERO	COCINERO	500CC	1LT
COCINERO	COCINERO	1LT	500CC

Tabla N° 21: Regla Agregada. Ejemplo atributos a considerar para el Grupo 1.

Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
CIL	FRIOL	1LT	1LT
COCINERO	CIL	1LT	1LT
CIL	COCINERO	1LT	1LT

Tabla N° 22: Regla Agregada. Ejemplo atributos a considerar para el Grupo 2.

Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
200CC	1LT	CAPRI DOMESTICO-COCINERO	CAPRI DOMESTICO-COCINERO
500CC	1LT	CAPRI DOMESTICO-COCINERO	CAPRI DOMESTICO-COCINERO

Tabla N° 23: Regla Agregada. Ejemplo atributos a considerar para el Grupo 3.

Se realiza una búsqueda SQL, en la tabla “tabla\_productos\_por\_semana” del modelo de datos de la Regla de Orden. Esta tabla contiene el comportamiento semanal de los pares de productos evaluados. La búsqueda se realiza para encontrar todas las combinaciones de atributos que correspondan a los grupos ya mencionados. En total se obtienen 420 características agregables para el Grupo 1, 418 para el Grupo 2 y 24 para el Grupo 3, dando un total de 862 características a analizar de forma agregada.

Si se recurre sólo a programación en lenguaje SQL, lo anterior resulta muy demandante en recursos computacionales y en tiempo. Para sobrellevar este inconveniente lo anterior se recurre a programación SQL, utilizando una conexión a una base de datos

MySQL, pero realizando las consultas mediante programación Perl. El funcionamiento del Script es el siguiente:

1. Se obtienen productos a agregar, buscando que cumplan las características de los grupos de análisis.
2. Se ejecuta una búsqueda SQL para obtener las semanas en que se transan los productos seleccionados, agrupando por las características de interés. Se obtienen además las contribuciones semanales y se comparan con las contribuciones históricas. Dentro de la misma búsqueda, se calculan las semanas en que la contribución es mayor a la histórica, extrayéndose, finalmente, los indicadores de Soporte y Confianza.
3. Se escriben en la base de datos los índices calculados, para los atributos evaluados.

El último paso del procedimiento anterior requiere de la construcción de una nueva tabla, la que se agrega al modelo de datos de la Regla de Orden. Esta tabla contendrá todo lo mencionado en el punto 2 del procedimiento del script Perl.

La tabla incluida, llamada “reglas\_tributadas”, contiene los indicadores de Soporte (columna “soporte”), Confianza (columna “confianza”) y Peso (columna “peso”). También se encuentra, en la tabla anterior, el detalle de las semanas en que se cumplen y no se cumplen las reglas, con los promedios en las contribuciones para cada caso. El detalle de la tabla construida, y sus campos adicionales, se encuentra en el Anexo D.

Las reglas resultantes se muestran y detallan en el siguiente punto del trabajo.

### **7.3.3.1 Resultados Reglas de Orden Agregada**

Se obtuvo un total de 2158 reglas. Se filtraron las reglas con un Peso menor al 50%. Esto genera un total de 834 reglas a considerar. A continuación se muestran los índices para las reglas encontradas:

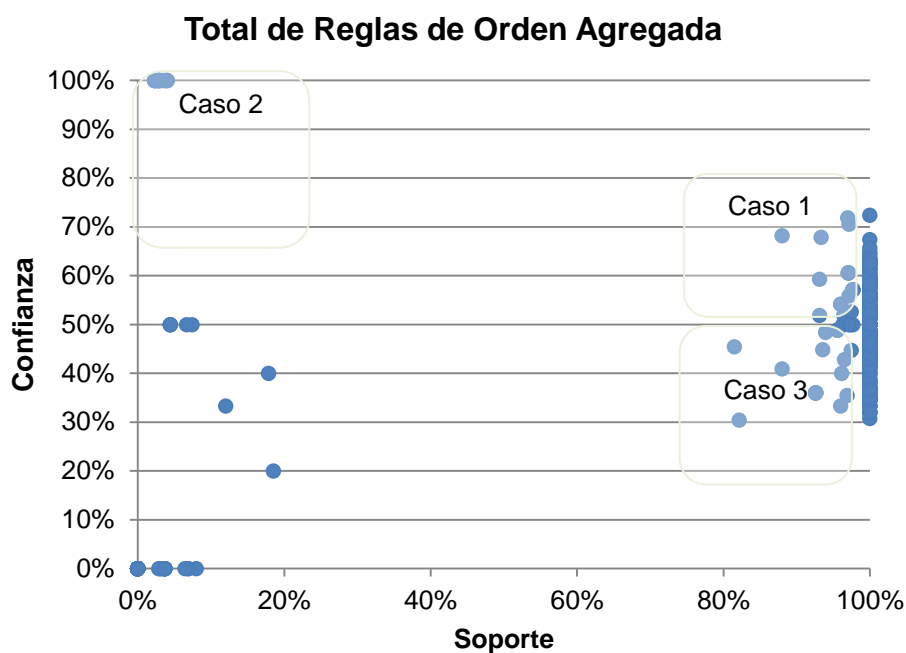


Grafico N° 10: Total de Reglas de Orden Agregada

Las reglas son categorizadas en los grupos “Caso 1”, “Caso 2” y “Caso 3”, que corresponden a los grupos de interés a analizar, detallados en la metodología, de manera análoga a la Regla de Orden.

Análogo a lo realizado en el caso de la Regla de Orden, se procede a filtrar las reglas resultantes según la capacidad que presentan para contrastar semanas en regla y sin regla, el beneficio que debiese presentar la regla y el peso de esta.

Para cada una de las reglas se obtienen el número de semanas en donde se cumple la regla, el número de semanas en que no se cumple y las contribuciones en ambos casos. Se considera sólo aquellas reglas en las cuales el beneficio promedio se mantener la regla sea mayor al de no seguirla. A diferencia de las reglas antes extraídas, en este caso se observan reglas con muy pocas semanas para contrastar, por lo que en esta ocasión las semanas mínimas a considerar serán sólo 3.

Producto del procesamiento de las reglas, se obtiene un final de 5 reglas para la sucursal Norte Trujillo. Las reglas son las siguientes:

Sucursal	Atri. 1	Atri. 2	Atri. 3	Atri. 4	Sop.	Conf.
NORTETRUJILLO	CIL	CIL	500CC	200CC	19%	20%
NORTETRUJILLO	CIL	CIL	200CC	500CC	81%	45%
NORTETRUJILLO	FRIOL	FRIOL	500CC	200CC	12%	33%
NORTETRUJILLO	COCINERO	CIL	500CC	500CC	82%	30%
NORTETRUJILLO	CIL	COCINERO	500CC	500CC	18%	40%

Tabla N° 24: Reglas Agregadas para sucursal Norte Trujillo

Las reglas de la Tabla N° 22 no entran en ninguno de los casos de interés (Caso 1 o 2) de la Regla de Orden, por lo cual no es posible extraer análisis de estas.

Sin embargo, para el Proveedor es de especial interés observar las relaciones que ocurren a nivel de Cadena, por lo que esta regla se considera a pesar de que el número máximo de semanas a contrastar es de solo 2. Por lo anterior, se realiza un análisis de las reglas a nivel de Cadena, buscando cumplir con los objetivos de este trabajo de memoria.

Realizando el análisis para la Cadena, se observa que de 54 reglas encontradas, solo 4 permiten realizar contrastes entre semanas en que se cumple o no se cumple la regla. Las reglas son las siguientes:

Sucursal	Atr. 1	Atr. 2	Atr. 3	Atr. 4	Sop.	Conf.
CADENA	FRIOL	FRIOL	200CC	500CC	88%	68%
CADENA	FRIOL	FRIOL	500CC	200CC	8%	0%
CADENA	COCINERO	CIL	500CC	500CC	93%	68%
CADENA	CIL	COCINERO	500CC	500CC	7%	50%

Tabla N° 25: Reglas Agregadas para sucursal Norte Trujillo

En esta ocasión, si se logra conseguir 2 reglas que clasifica para el Caso 1 de la Regla de Orden, obteniendo alto soporte y confianza. Las reglas corresponden a una que involucra al producto Friol (de tipo 200cc versus 500cc) y otra a las marcas Cocinero y Cil, en su producto de 500cc. Además, se obtienen las inversas de ambas reglas, pudiendo observar que presentan ambas un soporte menor al 60%.

La regla correspondiente a Friol presenta 3 semanas en que el producto de 500cc es más caro, por litro, que el de 200cc. La diferencia entre seguir o no esta regla equivale a, en promedio, \$ 129.581 soles. Lo anterior establece al beneficio potencial en \$ 388.744 soles (\$ 141.361 USD). Esta regla ya se encontró para la Regla de Orden regular, sin agregación de productos. Para la evaluación económica no se considerará esta regla.

Para la regla correspondiente a los productos de 500cc de las marcas Cocinero y Cil, las semanas sin cumplimiento de la regla son sólo 2. La marca Cocinero debiese ubicarse en un rango de precios por encima de Cil, lo que se condice con los promedios de las contribuciones de las semanas con la aplicación de la regla y sin esta. El beneficio potencial de esta regla es de \$ 83.293 soles (\$ 30.289 USD), lo que determina el beneficio total de esta regla en \$ 171.650 USD. Mayor detalle de la Regla de Orden Agregada se encuentra en el **Anexo E**.

En ambos casos se logra observar el comportamiento esperado a priori. Sin embargo el número de semanas en contraste es muy bajo, por lo que esta regla presenta más valor como una medida de control sobre la categoría, recordando que esto último es también un objetivo dentro del trabajo de memoria. Esto es especialmente apreciable al observar Reglas de Orden Agregadas en la que existe una sola semana en que no se cumple un

comportamiento esperado. En el anexo de este informe (**Anexo E**) se observan este tipo de comportamientos.

Para concluir la extracción de Reglas de Precios, se incorpora a las elasticidades obtenidas producto del análisis de “Regresiones Doble-Log”, explicado con anterioridad en este informe. Como ya fue comentado, se busca evaluar la versatilidad del análisis de Reglas de Precios, para incorporar información que sea de utilidad en la caracterización de los productos de la categoría.

### 7.3.4 Reglas de Elasticidad

Se busca medir si las variaciones de las unidades, producto del precio, corresponden con los indicadores encontrados en el análisis de Regresiones Doble-Log. En dicho análisis se encontraron elasticidades para 8 productos, las que son divididas en rangos para esta sección del trabajo. Los rangos de elasticidades a utilizar serán los siguientes:

Rangos	Elasticidad
Baja	Menor a 0 y mayor igual a -3
Media	Menor a -3 y mayor o igual a -10
Alta	Menor a -10

Tabla N° 26: Rangos de Elasticidad

Las elasticidades encontradas para los productos, entonces, son divididas de la siguiente forma:

Producto	Rango elasticidad
ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	Media
ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	Baja
ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	Alta
ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	Alta
ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	Baja
NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	Alta
NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	Alta
NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	Media

Tabla N° 27: Rangos de Elasticidad, para los productos de la categoría.

También se deben incorporar a los precios de los productos un indicador para el nivel de precios, indicando si pertenece a un rango Bajo, Medio o Alto, según la siguiente tabla:

Rangos	Precios
Baja	Menor 5,75 soles
Media	Mayor o igual a 5,75 y menor a 6,5 soles
Alta	Mayor o igual a 6,5 soles

Tabla N° 28: Rangos de Precios.

Con esta información se procede a extraer las Reglas de Elasticidad. Se aplican los enfoques descritos en la metodología de este trabajo. Estos son

1. Elasticidad versus variaciones porcentuales de los precios (A nivel global): para verificar si el nivel de elasticidad encontrado se condice con el nivel de precios en que el producto se encuentra posicionado. Se espera encontrar que productos con elasticidad baja presenten mejores contribuciones con un nivel de precios alto, mientras que productos con elasticidades altas lo hagan con un nivel de precios bajo. A sí mismo, un producto de elasticidad media debería posicionarse en un nivel de precios medio.
2. Elasticidad versus rango de precios: para obtener indicadores de calidad, del nivel de elasticidad calculado. Se espera que productos de elasticidad alta respondan más a las variaciones de precios, que productos de elasticidad media o baja.

Ambos enfoques se desarrollan a continuación.

#### **7.3.4.1 Elasticidad versus variaciones porcentuales de los precios**

Para poder desarrollar este análisis es necesario recopilar la información semanal de los productos transados, con respecto a las variaciones en precios y unidades de cada uno de ellos, semana a semana. Esta información es posible reunirla siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Se buscan todos los pares de productos y sucursales presentes en el modelo de datos de la Regla de Orden, que ya contiene la información transaccional. Se utiliza este modelo de datos como base para esta sección.
2. Se consolida en una tabla la información transaccional de cada producto, con sus precios semanales y los precios de la semana anterior, a fin de observar las variaciones en precios y unidades. Esto se hace buscando de manera recursiva sobre la tabla "tabla\_productos\_por\_semana". Además se incorpora la información de la tabla N° 25.



3. Se generan los indicadores a analizar, según lo expuesto en la metodología de este trabajo.

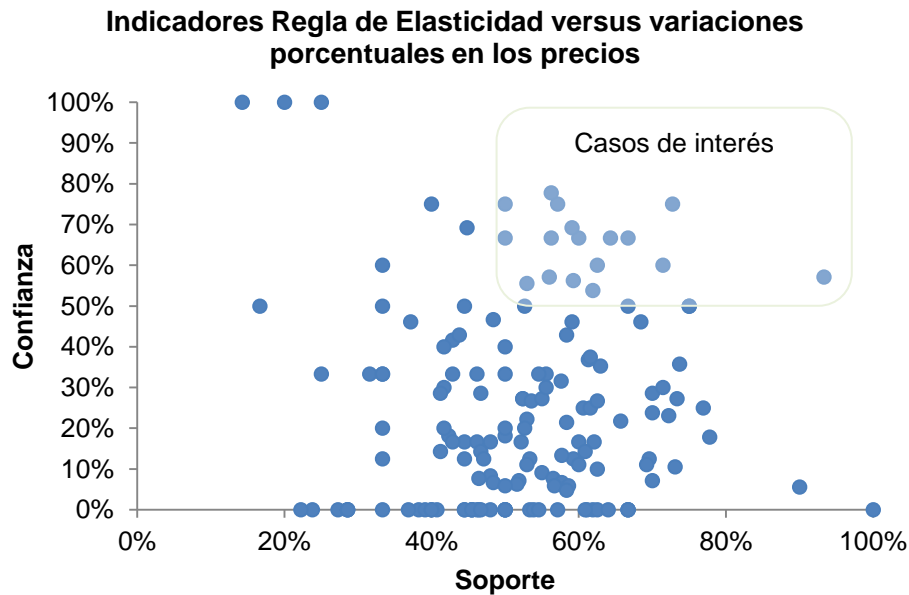
Nuevamente, la construcción de esta regla se basa en programación en lenguaje Perl, en conjunto con el uso de una base de datos MySQL, utilizando el lenguaje SQL. Los puntos 1, 2 y 3 del procedimiento anterior se ejecutan en un Script de Perl, siguiendo los mismos lineamientos empleados en Scripts anteriores. El punto 4 es ejecutado en un Script aparte.

Todo lo anterior permite generar las tablas “tabla\_regla\_elasticidad\_porcentaje” y “tablas\_regla\_elasticidad\_porcentaje\_indices”. La primera tabla presenta campos utilizados anteriormente, pero incorpora los campos “unidades\_ml1\_anterior” y “precios\_ml1\_anterior”, que corresponden a las unidades y precios transados la semana anterior, para el producto y sucursal correspondiente. Con estos datos se calculan las diferencias porcentuales entre semanas, para calcular el campo “variacion”, que resulta de la división entre las variaciones porcentuales de unidades y precios. El último campo de la tabla, “cumple\_rango”, es un binario que identifica con un 1 a la elasticidad que cumple el rango correspondiente a la asignación de elasticidades.

La segunda tabla se construye a partir de la primera, calculándose los indicadores de soporte y confianza. Cabe recordar que el único caso de interés para este caso es Reglas con alto soporte y confianza. Los resultados de la última tabla se exponen a continuación.

### Resultados: Elasticidad versus variaciones porcentuales de los precios

Se encuentran un total de 155 reglas, las que presentan índices de soporte y confianza expuestos en el gráfico que sigue:



### Gráfico N° 11: Total de Reglas de Elasticidad versus porcentaje

Se filtran las reglas encontradas, para localizar aquellas que presentan mejores índices de soporte y confianza. Para esto, se focaliza el análisis en el cuadrante superior derecho del gráfico N°10. Así, se obtienen las siguientes reglas, con soporte y confianzas mayores al 50%. La tabla de la página siguiente, resume lo anterior.

Regla	Rango Elasticidad	Sucursal	Producto	Semanas
1	ALTA	NORTECHICLAYO	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	18
2	ALTA	NORTECHIMBOTE	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	8
3	ALTA	NORTEPIURA	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	28
4	ALTA	NORTEPIURA	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	22
5	ALTA	NORTESUR CHICOAYACUCHO	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	17
6	ALTA	NORTETRUJILLO	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	27
7	ALTA	NORTETRUJILLO	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	16
8	ALTA	ORIENTETARAPOTO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	25
9	ALTA	SURAREQUIPA	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	15
10	ALTA	SURCUSCO	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	21
11	ALTA	SURCUSCO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	16
12	ALTA	SURPUERTO MALDONADO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	7
13	ALTA	SURTACNA	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	22
14	ALTA	NORTECHICLAYO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	14
15	ALTA	NORTESUR CHICOICA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	15

Tabla N° 29: Reglas de Elasticidad vs porcentaje, soporte y confianza mayor a 50%.

En la tabla anterior se muestra en la columna “Semanas”, las semanas que presentan variaciones de precios, respecto a su semana anterior. El detalle de estas 15 reglas se despliega en la siguiente tabla:

Regla	Rango Elasticidad	Semanas válidas	Semanas válidas en rango	Soporte	Confianza
1	ALTA	12	8	67%	67%
2	ALTA	5	3	63%	60%
3	ALTA	16	12	57%	75%
4	ALTA	16	12	73%	75%
5	ALTA	9	5	53%	56%
6	ALTA	16	9	59%	56%
7	ALTA	9	6	56%	67%
8	ALTA	14	8	56%	57%
9	ALTA	9	6	60%	67%
10	ALTA	13	7	62%	54%
11	ALTA	9	7	56%	78%
12	ALTA	5	3	71%	60%
13	ALTA	13	9	59%	69%
14	ALTA	9	6	64%	67%
15	ALTA	14	8	93%	57%

Tabla N° 30: Detalle de Reglas de Elasticidad versus porcentaje, con soporte y confianza mayor a 50%.

La tabla anterior muestra el detalle de las 15 reglas encontradas. La columna “Semanas válidas” indica el número de semanas en las cuales la variación de precio se corresponde con la variación de unidades. De estas semanas, se evalúa cuántas de ellas se corresponden al rango de elasticidad asignado, lo que corresponde a la columna “Semanas válidas en rango”. Se recuerda que la confianza se calcula de la división entre esta última columna y la primera mencionada. El soporte es producto de la división entre la columna “Semanas válidas” y “Semanas”.

A pesar de obtener buenos índices de soporte y confianza, estos se logran sólo para el rango de elasticidad más amplio. Esto se condice con los indicadores para las elasticidades encontradas en análisis por Regresiones Doble-Log. El valor promedio de R cuadrado, para este tipo de reglas es de 0,66, mientras que para el rango de elasticidad Media es de 0,44 y para la elasticidad Baja es de 0,32. Asimismo, todos los coeficientes de elasticidad encontrados en el rango Alto, son significativos (p valor menor a 0,05), mientras que en los otros 2 rangos no sucede esto.

Para los rangos de elasticidad Media y Baja se encuentra índices de peor calidad, pero que vale la pena considerar, pues por la baja calidad de los coeficientes de las Regresiones Doble-Log, esta regla puede ayudar a encontrar más evidencias de que el rango de elasticidad está asignado correctamente, o no lo está. Se muestra a continuación aquellas reglas mostraron mejores índices de soporte y confianza, para estos rangos de elasticidad, con 5 o más semanas válidas en el rango:

Regla	Rango Elasticidad	Producto	Sucursal	Semanas
16	MEDIA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	CADENA	31
17	MEDIA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	NORTETRUJILLO	27
18	MEDIA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	SURCUSCO	33
19	MEDIA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	NORTEPIURA	28
20	MEDIA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	NORTECHICLAYO	33
21	BAJA	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	CADENA	26
22	MEDIA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	NORTESUR CHICOICA	30
23	MEDIA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	CADENA	35

Tabla N° 31: Reglas de Elasticidad versus porcentaje, para rangos de elasticidad Media y Baja.

Regla	Rango Elasticidad	Semanas válidas	Semanas válidas en regla	Soporte	Confianza
16	MEDIA	19	7	61%	37%
17	MEDIA	17	6	63%	35%
18	MEDIA	19	6	58%	32%
19	MEDIA	15	4	54%	27%
20	MEDIA	20	5	61%	25%
21	BAJA	20	5	77%	25%
22	MEDIA	21	5	70%	24%
23	MEDIA	23	5	66%	22%

Tabla N° 32: Detalle de Reglas de Elasticidad versus porcentaje, para rangos de elasticidad Media y Baja.

Los indicadores de confianza para los rangos de elasticidad Media y Baja son bajos, algunas acercándose levemente a un 40%. Aún así, no se ha considerado ningún otro tipo de efecto sobre la demanda semanas de producto más que el precio. Tomando en cuenta lo anterior, el índice de confianza se torna más valioso para el tomador de decisión (quien administra la categoría).

Como última de Regla de Precio a extraer, se considera un análisis basado en los rangos de elasticidades y los rangos de precios en los que se encuentran los productos. La regla se explicita a continuación.

### 7.3.4.2 Elasticidad versus Rango de Precios

Para poder desarrollar este análisis es necesario recopilar la información semanal de los productos transados, con respecto a las variaciones en precios y unidades de cada uno de ellos, semana a semana. Esta información es posible reunirla siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Se buscan todos los pares de productos y sucursales presentes en el modelo de datos de la Regla de Orden, que ya contiene la información transaccional. Se utiliza este modelo de datos como base para esta sección.
2. Esta vez el análisis es individual, por lo que se construye una tabla que contenga la contribución histórica para cada producto (ya no pares de productos, como se realizó anteriormente)
3. Se consolida en una tabla la información transaccional de cada producto, con sus precios y contribuciones semanales. Además se incorpora la información de la Tabla N° 26, asignándose a cada precio un rango.
4. Se generan los indicadores a analizar, según lo expuesto en la metodología de este trabajo.

La ejecución de los pasos 1 a 4 se desarrollan a través de un Script Perl, de manera análoga a la Regla de Elasticidad versus variación porcentual. Producto de la ejecución del Script, se obtienen las siguientes tablas:

Tabla “tabla\_regla\_elasticidad”: esta tabla contiene el comportamiento semanal de los productos de la categoría, incorporando los niveles de elasticidad y precios, que serán base para la construcción de los indicadores de la regla.

Tabla “tabla\_regla\_elasticidad\_indices” reúne los indicadores de la regla, construidos a partir de lo expuesto en la metodología la metodología de este trabajo.

El detalle de las tablas se encuentra en el **Anexo C**.

Este análisis se realiza a nivel de Cadena, pues las elasticidades se estimaron considerando todas las transacciones de los productos, sin diferenciar por sucursal. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

### Resultados: Elasticidad versus Rango de Precios

Se obtuvieron 8 reglas de Elasticidad vs Rangos de Precio. Las reglas son las siguientes:

Nº Regla	Sucursal	Producto	Rango de Elasticidad	Rango de Precio	Soporte	Confianza
1	CADENA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	MEDIA	BAJO	85%	44%
2	CADENA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	MEDIA	MEDIO	15%	29%
3	CADENA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	MEDIA	MEDIO	85%	49%
4	CADENA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	MEDIA	ALTO	15%	0%
5	CADENA	NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	ALTA	BAJO	67%	38%
6	CADENA	NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	ALTA	MEDIO	33%	0%
7	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ALTA	MEDIO	70%	55%
8	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ALTA	ALTO	30%	64%

Tabla N° 33: Detalle de Reglas de Elasticidad versus porcentaje, para rangos de elasticidad Media y Baja.

Como ya se ha comentado antes, el objetivo de esta regla es observar si la elasticidad asignada a los productos se condice con el comportamiento transaccional. Por ejemplo, el producto “NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC” presenta una elasticidad media, pero muestra dos rangos de precio, mostrando mejores desempeños con un nivel de precios bajo (44% de las veces que mantuvo este precio, las contribuciones fueron favorables, versus un 29% en que mantuvo un rango de precio mayor). Así mismo, para el producto “ACEITE CAPRI 1LT 12BOT”, de elasticidad media igualmente, presenta mejores resultados con un rango de precio medio, que con un rango alto. Esto entrega evidencias de que para un rango de Elasticidad Media, resulta conveniente mantener precios en los rangos medio o bajo, evitando el rango alto que resultó entregar una confianza de un 0%.

Siguiendo con el análisis anterior, para el rango de Elasticidad Alta, no se puede extraer evidencia de que rango de precios conviene utilizar. Se observa que para un caso resulta favorable mantener precios bajos, mientras que para el otro resulta mejor un precio alto. No es posible determinar la acción a sugerir para esta elasticidad, por lo que la evaluación económica de esta regla sólo contempla la recomendación para la Elasticidad Media.

Con la información extraída, es posible estimar el beneficio de aplicar la medida propuesta. En el **Anexo E**, de este trabajo, se observa el detalle de cada regla extraída para este apartado, con lo que se puede estimar el beneficio potencial en \$ 1.540.289 USD. Este monto es a nivel de cadena para los productos “NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC” y “ACEITE CAPRI 1LT 12BOT”.

## 7.4 Diseño de Sistema de Soporte a la Decisión

Como fase final del desarrollo metodológico de este trabajo, se incluye el diseño de una Herramienta de Extracción de Reglas de Precios, que asista al Proveedor en la gestión de la categoría de productos.

El diseño se centra en la definición de los siguientes aspectos de la herramienta:

- Modelo Lógico: este componente de la herramienta incluye la integración de todos los procedimientos SQL y Scripts Perl, para la construcción de las fuentes de información a utilizar. Dentro de las fuentes de información se cuenta la base transaccional del Proveedor, más los procesos empleados en generar las distintas tablas que contienen los resultados de las reglas extraídas.
- Modelo de Datos: se debe implementar una nueva base de datos, que consolide la información del Modelo Lógico. Esta base puede desarrollarse de manera local en un servidor que implemente MySQL, de manera gratuita.
- Interfaz: el último componente de la herramienta debe permitir la explotación de la información, por parte del tomador de decisión.

A continuación se detalla cada una de las componentes.

### 7.4.1 Modelo Lógico

Los procedimientos SQL y Scripts Perl son los siguientes:

- Procedimiento SQL para construir las tablas del modelo de datos de la Regla de Orden.
- Script Perl para resumir la información de las Reglas de Orden en una nueva tabla.
- Script Perl para efectuar el análisis de sensibilidad y resumir la información de este, con respecto a la Regla de Canibalización.
- Script Perl para resumir la información de las Reglas de Orden en una nueva tabla.
- Script Perl para realizar la extracción de Reglas Agregadas y resumir el detalle de la reglas en una nueva tabla.
- Script Perl para realizar la extracción y el resumen de las Reglas de Elasticidad.

## 7.4.2 Modelo de Datos

Se debe desarrollar un procedimiento en SQL, que recolecte la información de los resúmenes de las reglas extraídas. Es desarrollable directamente en lenguaje de base de datos SQL, pudiendo apoyarse en programación en Perl para automatizar los procedimientos.

## 7.4.3 Interfaz

Este componente de la herramienta es de vital importancia pues debe ser lo suficientemente completo para asistir a la toma de decisión.

La interfaz debe permitir evaluar las reglas encontradas, discriminarlas según sus indicadores asociados, los beneficios potenciales que estas pueden generar y el historial de la misma.

Además, la interfaz debe permitir obtener observar la repercusión que pueda tener variar el precio de un producto, según las reglas que se estén evaluando.

Como punto final, la interfaz debe permitir evaluar las Reglas de Precios en intervalos definidos por el usuario, permitiendo observar la evolución de la reglas, para determinar la estabilidad en el tiempo de las mismas.

Se construyó una interfaz funcional para este trabajo, utilizando, en el desarrollo de la misma, lenguajes de programación web (HTML, PHP y Javascript). Estos lenguajes permiten la conexión remota con bases de datos y la explotación de la información utilizando librerías gráficas. Highcharts<sup>3</sup> es un ejemplo de librería gráfica en Javascript, de acceso libre, la que permite trabajar datos en forma gráfica. Datatable<sup>4</sup>, también en lenguaje Javascript, es otra librería que permite el manejo fluido de datos, es formato de tablas (que permiten ordenamientos, filtros, búsquedas, entre otras particularidades.).

El Modelo Lógico de la herramienta fue trabajado en este informe en detalle, y el Modelo de Datos puede ser construido utilizando los mismos lenguajes de programación empleados en este trabajo. La interfaz y su funcionamiento se detallan a continuación:

### **Prototipo de Herramienta de Extracción de Reglas de Precios**

El primer paso en la utilización de la herramienta es la selección de la Sucursal. Esto se realiza en la sección “ Seleccione Sucursal”, de la interfaz. Al presionar el botón cargar se despliegan todas las reglas encontradas, para el tipo de regla deseada. Para el prototipo se trabajó con la Regla de Orden, para efectos de ejemplificar.

---

<sup>3</sup> Para mayor referencia, visitar <http://www.highcharts.com>

<sup>4</sup> Para mayor referencia, visitar <http://www.datatables.net>



Una vez cargadas las reglas, en la tabla de la sección “Seleccione Regla”, se despliegan los indicadores de Soporte y Confianza para cada una de las reglas encontradas. Además, se incluyen algunos otros índices de interés, los que se muestran en la imagen N° 3.

El protipo permite la selección de las reglas encontradas, lo que permite rellenar los campos del panel “Detalle Regla”, que entrega información adicional de la regla elegida.

**Reglas de Precios: Categoría Aceites Domésticos**

1. Seleccione Sucursal

SURCUSCO

2. Seleccione Regla

Mostrar 10 registros Buscar:

Producto 1	Producto 2	Atributo Distinto	Sem. c/Regla	Sem. s/Regla	Prom. Contribucion (Soles)	Soporte(%)	Confianza(%)
NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	TIPO	1	36	70063	2.70	100.00
NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	TIPO	25	1	26600	96.15	40.00
NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	TIPO	36	1	70063	97.30	50.00
NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	TIPO	1	25	26600	3.85	100.00
NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	MARCA	31	1	7165	96.88	48.39

Mostrando registros del 1 al 5 de un total de 5 registros Anterior  Siguiente

3. Detalle Regla

Valores

Sucursal	SURCUSCO	Sem. c/Regla	1	Sem. s/Regla	36
Producto 1	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	Sem. Favorables	1	Prom. Contribución	72956
Producto 2	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	Desv. Estandar	0		14285
Niv. Diferente	TIPO	Diferencia	2974	Beneficio Potencial	107048
Soporte	2.70 %				
Confianza	100.00 %				

Imagen N° 3: Interfaz de prototipo para Herramienta de Extracción de Reglas.

Para tomar la decisión final, también se necesita observar el comportamiento semanal de las reglas. Esto se logra seleccionando la pestaña “Gráfico” de la sección “Detalle Regla”. Al seleccionar la pestaña se muestra la información correspondiente a los precios de los productos involucrados en la regla, además de su contribución promedio. Un ejemplo de lo anterior se muestra a continuación:

## Reglas de Precios: Categoría Aceites Domésticos

### 1. Seleccione Sucursal

CADENA

### 2. Seleccione Regla

Mostrar  registros

Buscar:

Producto 1	Producto 2	Atributo Distinto	Sem. c/Regla	Sem. s/Regla	Prom. Contribucion (Soles)	Soporte(%)	Confianza(%)
ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	TIPO	22	3	147431	88.00	68.18
ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	MARCA	38	1	33021	97.44	52.63
ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	TIPO	27	1	148890	96.43	66.67

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Anterior  Siguiente

### 3. Detalle Regla

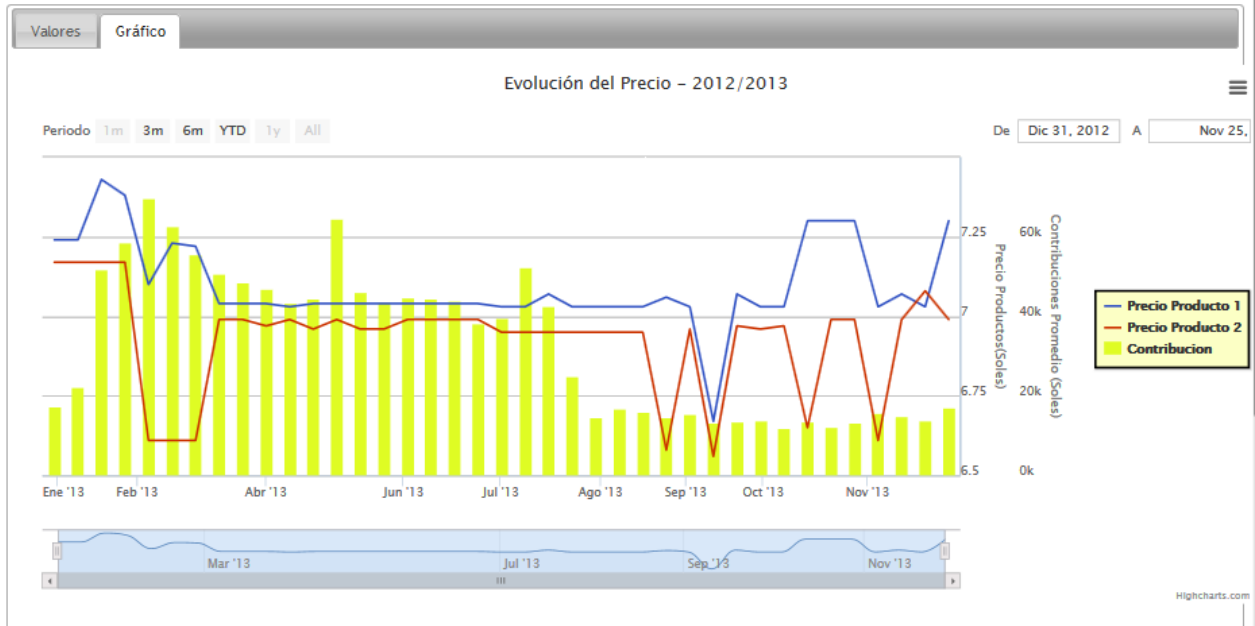


Imagen N° 4: Interfaz de prototipo para Herramienta de Extracción de Reglas. Detalle de apartado gráfico.

## 8 CONCLUSIONES

### 8.1 Análisis de Resultados

La extracción de Reglas de Precios mostró ser efectiva en la detección de comportamientos y relaciones entre los productos de la categoría. En particular, la Regla de Orden presenta una enorme utilidad a la hora de verificar que ciertas relaciones de precios se estén cumpliendo. Dentro de la categoría estudiada (Aceites Domésticos) se pudo encontrar 8 reglas de este estilo. Del total de reglas encontradas, 6 resultaron presentar las condiciones para ser aplicadas, cumpliendo con los índices de Soporte y Confianza deseados. El beneficio potencial de aplicar esta regla asciende a \$ 206.687 USD.

La relación estricta que plantea la Regla de Orden no permite obtener un número elevado de relaciones entre productos. Las reglas seleccionadas debían permitir el contraste entre semanas con aplicación de regla y sin la aplicación de esta. Con la Regla de Canibalización entre Productos se solucionó este inconveniente, encontrando un número mucho mayor de relaciones entre productos. En total se obtuvieron 106 reglas aplicables, para esta Regla, con un beneficio potencial total de \$ 5.718.068 USD.

Para la Regla de Canibalización entre Productos, se logró identificar comportamientos de canibalización, pudiendo determinar si dos productos deben compartir o no un rango de precios. En algunos casos resulta favorable que los productos mantengan precios muy cercanos. Esto puede estar sugiriendo que cuando el precio de uno se mueve hacia abajo, el precio empieza a cobrar más valor que cualquier apreciación que pueda tener un cliente por la marca (u otro atributo).

Continuando con el análisis de reglas, se logró desarrollar de manera efectiva la agregación de la Regla de Orden. La Regla de Orden Agregada entregó información valiosa respecto a la relación existente entre los atributos de los productos. En un principio no fue posible establecer relaciones para esta regla, pues dentro de la categoría, cada Sucursal del Proveedor cumple de manera casi estricta las relaciones que ya están establecidas. No fue posible encontrar reglas con los indicadores buscados, ni tampoco con el número de semanas suficientes para realizar un contraste de esta regla. Por lo anterior, se tuvo que agregar más el análisis, al considerar las transacciones de toda la Cadena. Así, se encontró evidencia concreta para la relación entre los formatos 200cc y 500cc (para la marca Friol), y entre dos marcas que compiten en rango de precios (Cocinero y Cil). Con esta información se establece que el formato 200cc debe tener mayor precio que el formato 500cc; así como que la marca Cocinero debe tener mayor precio que la marca Cil, en el formato 500cc. Ambas relaciones no se cumplieron en 5 semanas y de haber cumplido estas dos reglas, el beneficio potencial habría sido de \$ 171.650.

Para la Regla de Orden Agregada no se logró obtener información de la que no se tuviese conciencia, pero si se pudo comprobar que ambas relaciones analizadas no se estaban cumpliendo todo el tiempo. Esto demuestra que el uso de Reglas de Precios tiene especial utilidad para llevar el control de las relaciones de precios establecidas.

El análisis de Reglas de Precios se concluyó con la incorporación de la sensibilidad al precio de los productos. La Regla de Elasticidad vs Porcentaje buscó determinar si las elasticidades extraídas por el análisis de Regresiones Doble-Log, presentaba una respuesta acorde en el total de la información transaccional. Esto no presentó los resultados deseados, debido a la poca disponibilidad de semanas con variaciones en precios, sumado a que estas deben presentar la relación esperada de subir o bajar el precio, con el fin de encontrar la relación deseada entre demanda y precio. Además, el número de semanas válidas, para cada regla, no supera las 16, siendo el total 48. Es decir, se encuentran menos de un tercio de las semanas de las semanas totales con posibilidad de ser evaluadas en esta regla.

A pesar de lo anterior, la Regla de Elasticidad vs Porcentaje puede utilizarse para evaluar la calidad de la asignación del rango de elasticidad. Debido a lo dificultoso que es aislar el efecto único del precio, en la demanda de los productos, este tipo de validación entrega información adicional, que permite pronosticar el efecto del precio sobre la demanda.

La última Regla de Precio analizada, la Regla de Elasticidad vs Rango de Precio, permitió evidenciar que un producto se comporta mejor – en el desempeño de sus contribuciones – en un rango de precio, que en otro. Específicamente, se encontró información suficiente para determinar que dos productos de elasticidad media (Aceites Cil y Capri de 12 Litros) presentan mejores contribuciones en un rango de precios medio o bajo. De haber mantenido esta relación por todo el periodo de estudio, el beneficio potencial habría sido de \$ 1.540.289 USD.

Este trabajo concluyó con el diseño y construcción de una herramienta informática, que permita gestionar las reglas extraídas. Utilizando lenguaje de programación web, se construyó un prototipo funcional que resume la información entregada en este informe, para la Regla de Orden. Se generó una herramienta de explotación, que permite extraer información de las tablas generadas en la construcción de esta regla. El prototipo logra entregar de forma rápida las relaciones encontradas, para las sucursales del Proveedor o para la cadena en el global.

## **8.2 Del Trabajo Realizado**

Respecto a los objetivos de este trabajo, se logró cumplir con el desarrollo y aplicación de una Metodología de Reglas de Precio, asistida por herramientas computacionales (Lenguajes de Base de Datos y Web), que permitió detectar relaciones entre productos, atributos (Reglas de Orden, Canibalización y Orden Agregada) y productos y sus atributos (Reglas de Elasticidad). Las relaciones encontradas mostraron evidencias suficientes como para considerar su aplicación, por parte del Proveedor. Además, se logró generar un prototipo de herramienta para la gestión de las reglas encontradas, que se orienta a integrar un sistema de soporte a la decisión, para la categoría de productos.

Por el enfoque computacional de la extracción de reglas con énfasis en la automatización de esta, permite replicar el análisis de manera sencilla. Además, las relaciones encontradas entre los productos son las que se esperaban, encontrándose reglas con un beneficio potencial muy elevado, especialmente a nivel de cadena.

Finalmente, se concluye que es posible metodizar un análisis descriptivo, como el de Reglas de Precios, y automatizarlo utilizando las herramientas computacionales ya mencionadas. Una vez construido el modelo de datos y los procedimientos lógicos que sustentan la creación de las reglas, la explotación de las mismas (mediante herramientas web o softwares estadísticos) se realiza de forma rápida, quedando a disposición del tomador de decisión.

### **8.3 Trabajos Futuros**

Como trabajos futuros para esta memoria es posible mencionar la construcción de Reglas de Precios con más de una Categoría en análisis, permitiendo observar canastas de compras más completas con análisis de productos complementarios. Además, es posible incluir Reglas de Precios con más de un atributo distinto.

El desarrollo de una herramienta computacional más completa, orientada a las Reglas de Precios, también se avista como un desafío a considerar, lo que permitiría evaluar el desempeño de la aplicación de las reglas. Dentro de las funcionalidades a considerar se incluyen: evaluación en horizontes temporales variables, posibilidad de comprar dos o más reglas, incluir distintos tipos de gráficos o series de tiempo (además de la contribución y los precios) y permitir el registro del comportamiento de la aplicación de una regla (alertando si no se está consiguiendo el efecto esperado).

Por último, la evaluación de las elasticidades de los productos podría seguir explorándose con el análisis de Reglas de Asociación. Para expandir este análisis podrían incluirse elasticidades a nivel de sucursal, evaluar las elasticidades según rangos de precios más acotados o incorporar elasticidades calculadas de forma más robusta. Es decir, podría realizarse un análisis detallado de las elasticidades, como objeto principal del estudio, para generar indicadores de soporte y confianza relacionados a la información transaccional.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mckinsey&Company, Building a Better Pricing Infrastructure. Noviembre 2013 [En línea] [http://www.mckinsey.com/insights/marketing\\_sales/building\\_a\\_better\\_pricing\\_infrastructure](http://www.mckinsey.com/insights/marketing_sales/building_a_better_pricing_infrastructure)
- [2] Sernac, Mercado del Retail y Garantías. Noviembre 2013 [En línea] <http://www.sernac.cl/educacion-para-el-consumo/guia-del-consumidor-responsable/mercado-del-retail-y-garantias/>
- [3] Carniglia J. Tendencias del retail y Consumidores 2013, Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo Chile. Noviembre 2013 [En línea] <http://www.cnc.cl/downloadfile.aspx?CodSistema=20020129172812&CodContenido=20121016181521&CodArchivo=20130607124236>
- [4] America Retail, El impacto de las redes sociales en las estrategias de los retailers. Noviembre 2013 [En línea] <http://america-retail.com/industria-y-mercado/el-impacto-de-las-redes-sociales-en-las-estrategias-de-los-retailers>
- [5] Díaz K. (2012) Determinación de Ajustes Semanales para el Pricing de una Cadena de Supermercados. Memoria de Ingeniería Civil Industrial. Universidad de Chile.
- [6] Cruz G. (2009) Determinación de Precios Óptimos de una Categoría para una cadena de Supermercado. Memoria de Ingeniería Civil Industrial. Universidad de Chile.
- [7] Fuenzalida B. (2012) Pronóstico de Efectividad de Promociones sobre Clientes, dadas sus características y respuestas pasadas. Memoria de Ingeniería Civil Industrial. Universidad de Chile.
- [8] Troncoso C. (2010) Determinación de Precios Óptimos para una cadena de Supermercados utilizando Modelos Jerárquicos Bayesianos. Memoria de Ingeniería Civil Industrial. Universidad de Chile.
- [9] Wikipedia Palabra Clave: Decision Support System. Noviembre 2013. [En línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas\\_de\\_soporte\\_a\\_decisiones](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_soporte_a_decisiones)
- [10] Cowpertwait P., Metcalfe A. Introductory Time Series with R, Springer, 2004.
- [11] Weber R. 2013. Apuntes IN4521: Data Minig [Diapositivas]. Departamento Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- [12] Montgomery A. 2004. The Implementation Challenge of Pricing Decision Support Systems for Retail Managers, Carnegie Mellon University.

- [13] Puente A. (2007) Diseño y construcción a nivel de prototipo de un simulador de negocios aplicado a la capacitación en administración de categorías. Memoria de Ingeniería Civil Industrial. Universidad de Chile.
- [14] Carboni A. 2012. Apuntes IN5625: Investigación de Mercados 2013 [Diapositivas]. Departamento Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- [15] Simonoff J. 2013. Regression and Multivariate Data Analysis. Noviembre 2013 [En línea] <http://people.stern.nyu.edu/jsimonof/classes/2301/pdf/logistic.pdf>
- [16] Demetrio V. (2012) Levantamiento de Patrones de Comportamiento de Precios de una Cadena de Supermercados. Memoria de Ingeniería Civil Industrial. Universidad de Chile.
- [17] Perú liderará crecimiento de ventas retail en la región. Abril 2014 [En línea] <http://gestion.pe/economia/peru-liderara-crecimiento-ventas-retail-region-aumento-59-2080019>
- [18] Kotsiantis, S., & Kanellopoulos, D. (2006). Association rules mining: A recent overview. *GESTS International Transactions on Computer Science and Engineering*, 32(1), 71-82.
- [19] Ratcliff, R. (1993). Methods for dealing with reaction time outliers. *Psychological bulletin*, 114(3), 510.
- [20] Agrawal, R., Imieliński, T., & Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. In *ACM SIGMOD Record* (Vol. 22, No. 2, pp. 207-216). ACM
- [21] Agrawal, R., & Srikant, R. (1994). Fast algorithms for mining association rules. In *Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB* (Vol. 1215, pp. 487-499).

## 10 ANEXOS

### Anexo A: Datos Descriptivos

#### Productos Categoría Aceites Domésticos

Nombre Producto (SKU)	Id Producto	% Venta en Categoría	Venta Acumulada
ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	32	19%	19%
ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	21	15%	34%
NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	4098	13%	47%
ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	6	7%	54%
ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT.	3	6%	59%
NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	4088	5%	65%
ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	31	4%	68%
ACEITE PRIMOR PREMIUM 1LT 12BOT	1	4%	72%
ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	30	4%	75%
NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	4069	3%	79%
NU. ACEITE VEGETAL PRIMOR 1LT 12BOT	4072	3%	82%
NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	4068	3%	84%
NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	4097	3%	87%
NU. ACEITE VEG. PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	4074	2%	90%
NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	4096	2%	92%
NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT	4092	2%	94%
ACEITE COCINERO 500CC 24BOT	20	2%	96%
NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT	4091	2%	97%
ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	2	1%	99%
ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	5	1%	99%
ACEITE COCINERO 200CC 24BOT	19	0%	100%
NU. ACEITE VEGETAL PRIMOR 500ML 24BOT	4073	0%	100%
ACEITE CAPRI 1LT 6BOT + 2SOB. SIBA CBOT	7922	0%	100%
ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	44	0%	100%
PROM NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	4101	0%	100%
ACEIT.CIL 500CC 24BOT	37	0%	100%
ACEITE CIL 200CC 24BOT	36	0%	100%

Tabla Anexo N° 1: Participación dentro de categoría



## Venta Acumulada Categoría Aceites

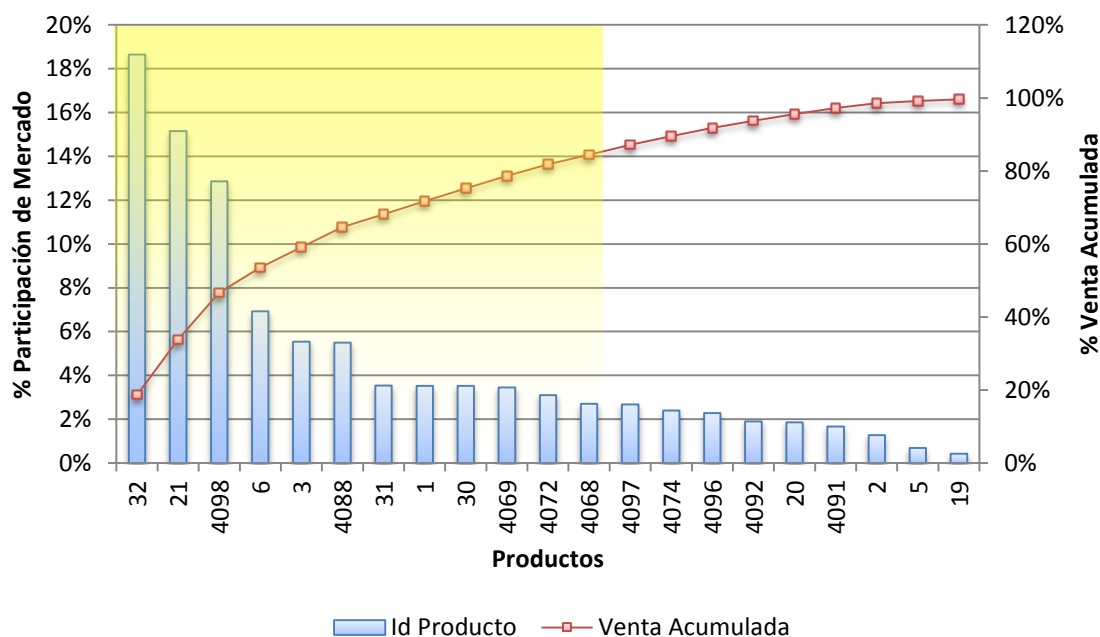


Gráfico Anexo N° 1: participación de productos en categoría “Aceites Domésticos”

En el gráfico se aprecian, en coloración amarilla, los productos que componen el 80% de la venta de la categoría.

## Anexo B: Variables empleadas en Regresiones Doble-Log

### Lista de variables dummies utilizadas

Variable que indica si una semana corresponde a una de inicio de mes:

*ini\_mes* = {1 si la semana presenta los días 1, 2, 3 o 4 del mes; 0 si no}

Variable que indica si una semana corresponde a una de fin de mes:

*fin\_mes* = {1 si la semana presenta los días 28, 29, 30 o 31 del mes; 0 si no}

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Enero:

*ene* = {1 si la semana corresponde a una del mes Enero; 0 si no}

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Febrero:

*feb* = {1 si la semana corresponde a una del mes Febrero; 0 si no}

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Marzo:

*mar* = {1 si la semana corresponde a una del mes Marzo; 0 si no}

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Abril:  
***abr = {1 si la semana corresponde a una del mes Abril; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Mayo:  
***may = {1 si la semana corresponde a una del mes Mayo; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Junio:  
***jun = {1 si la semana corresponde a una del mes Junio; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Julio:  
***jul = {1 si la semana corresponde a una del mes Julio; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Agosto:  
***ago = {1 si la semana corresponde a una del mes Agosto; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Septiembre:  
***sep = {1 si la semana corresponde a una del mes Septiembre; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Octubre:  
***oct = {1 si la semana corresponde a una del mes Octubre; |0 si no}***

Variable que indica si la semana corresponde a una del mes Noviembre:  
***nov = {1 si la semana corresponde a una del mes Noviembre; |0 si no}***

Variable que indica el número de semanas  
***semanas***

## **Anexo C: Detalle de Modelo de Datos para la extracción de Reglas**

### **Modelo de Datos: Regla de Orden**

El modelo de datos se construye a partir de la información transaccional del Proveedor, almacenada en una base de datos SQL. Sobre este mismo lenguaje, se construye una nueva base de datos, de la siguiente forma:

- 1 Se extraen los datos de las ventas, para las semanas en análisis, para las sucursales y productos de la categoría. Para esto se construye la tabla “semana\_productos\_a”.
- 2 Se construye una tabla idéntica a “semana\_productos\_b”, para efectuar un cruce de información, que permita evaluar los desempeños entre pares de productos, pertenecientes a una misma semana y sucursal.

Las tablas empleadas hasta este momento son las siguientes:

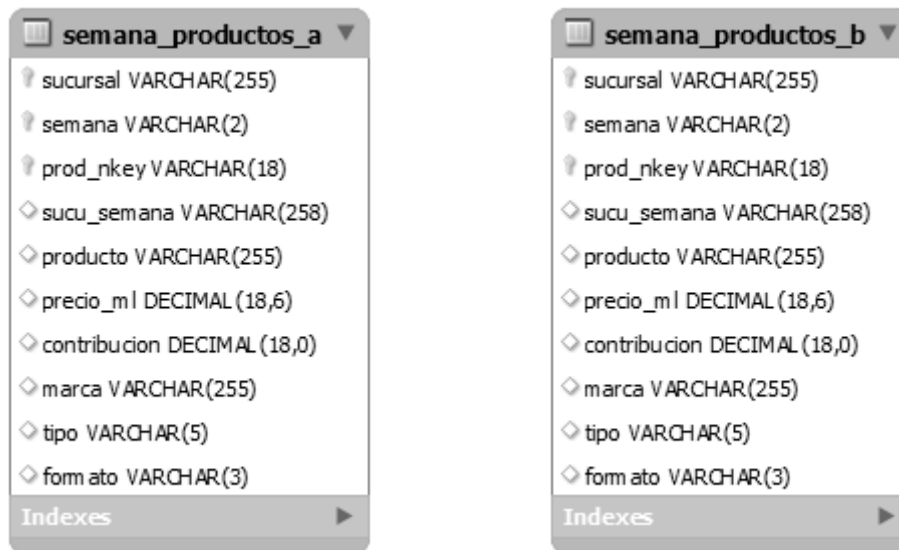


Imagen Anexo N° 1: Tablas del modelo de datos para Regla de Orden

Ambas tablas son idénticas y contienen la información de los productos. Cabe destacar a los campos de “precio\_ml” y “contribución”, que contienen a los precios por litro normalizados y a la contribución obtenida en la semana y sucursal correspondiente, respectivamente.

Continuando con la construcción del modelo de datos, se realizan los siguientes procedimientos:

- 3 Se construye una tabla que contenga la contribución histórica de los pares de productos a analizar.
- 4 Se consolida la información del cruce de información en una nueva tabla (“tabla\_productos\_por\_semana”), la que, además, identifica los atributos idénticos entre los productos. Se incorpora a esta tabla la información de las contribuciones históricas de los pares de productos en cuestión.
- 5 Se filtra la tabla “tabla\_productos\_por\_semana”, para considerar sólo aquellos productos en que exista un solo atributo de diferencia.

Los dos pasos anteriores generan las siguientes tablas:



Imagen Anexo N° 2: Tablas del modelo de datos para Regla de Orden

De la imagen anterior, cabe destacar que el filtrado de la tabla “tabla\_productos\_por\_semana” se realiza por los campos “marca”, “tipo” y “formato”. Estos campos son del tipo binario e indican si los atributos coinciden. Se deja sólo a los registros que presenten 2 atributos idénticos. Además, los siguientes campos serán base para la construcción de los indicadores de la Regla de Precio:

- “promedio\_contribucion”: columna que almacena el promedio histórico de contribuciones entre los productos.
- “diferencia\_precio\_ml”: columna que almacena la resta entre los precios de los productos.

El modelo de datos se culmina con la construcción de tablas que almacenen los índices para la Regla de Precio:

- 6 Se construye la tabla “tabla\_productos”, que resume el comportamiento de los productos, ya obtenido en la tabla “tabla\_productos\_por\_semana”.
- 7 Finalmente, se construye la Regla de Precio y se almacena en la tabla “reglas\_productos”.

A continuación se muestran las últimas dos tablas que componen el modelo de datos:

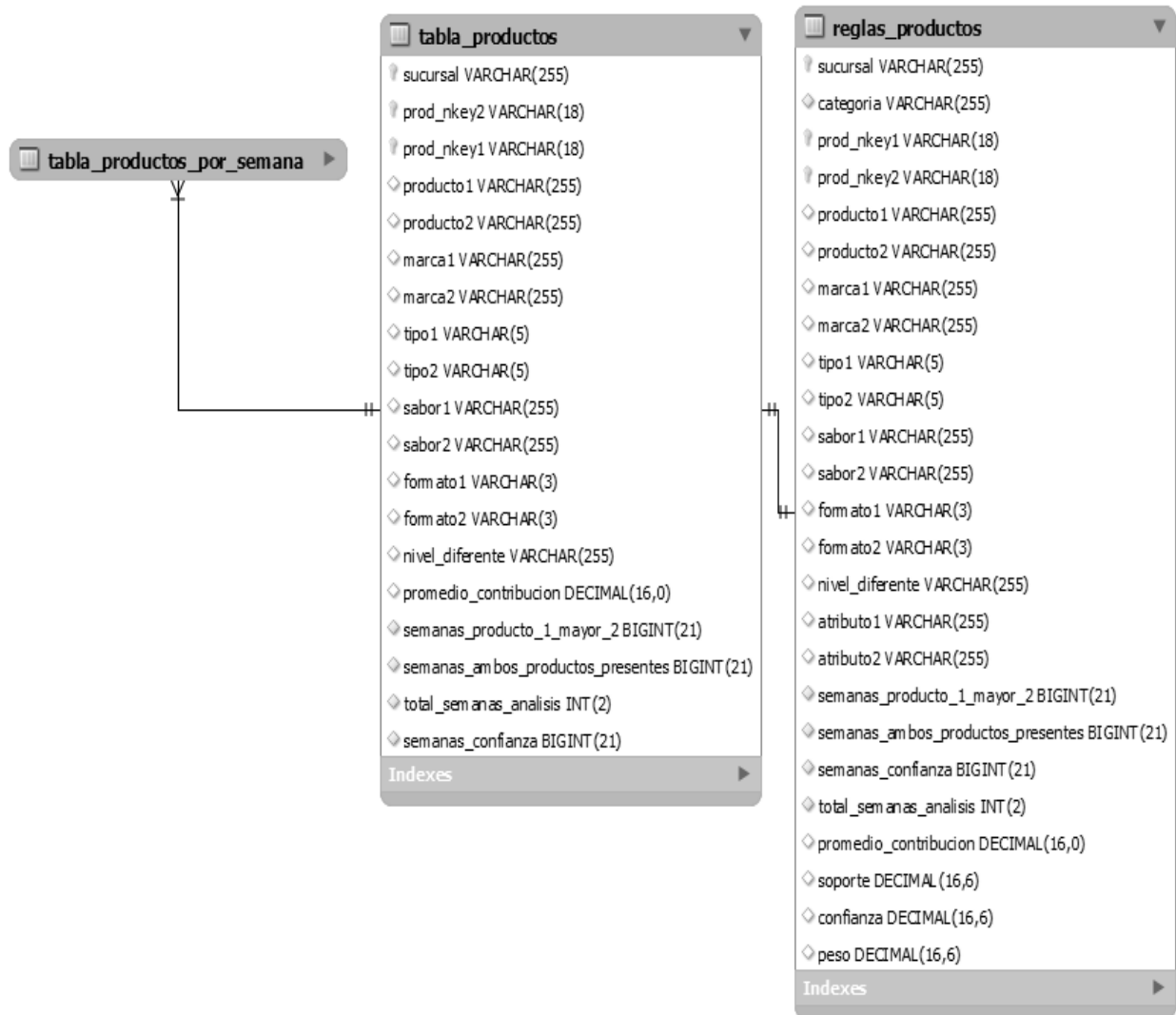


Imagen Anexo N° 3: Tablas del modelo de datos para Regla de Orden

Se destacan, de la imagen anterior, los siguientes campos:

- “semanas\_producto\_1\_mayor\_2”: columna que entrega el número de semanas en que el precio un producto (“producto1”) es mayor al otro (“producto2”). Este campo, por lo tanto, es el que contabiliza cuantas veces se cumple la regla en análisis.

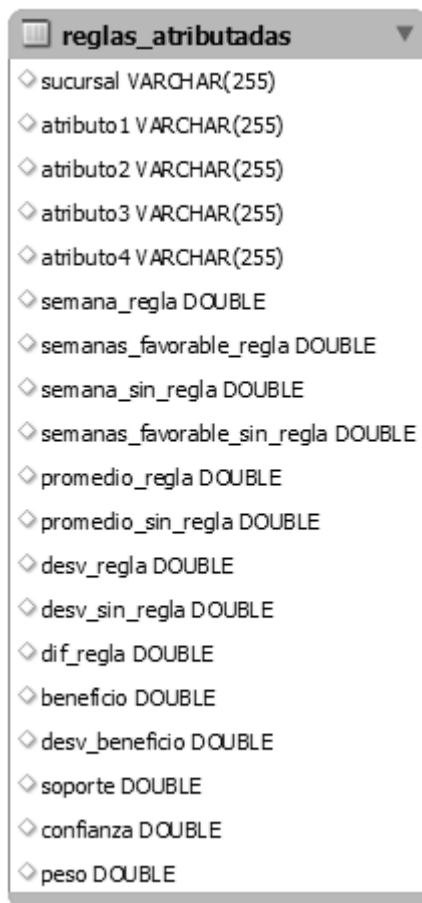
- “semanas\_ambos\_productos\_presentes”: columna que contabiliza el número de semanas en que ambos productos son transados. Se debe recordar que los productos sólo difieren en un atributo.
- “semanas\_confianza”: columna que contabiliza las semanas en que se cumple la regla y, además, la contribución promedio de los productos es mayor a la contribución promedio histórica de los productos.

Con la información anterior se construye la tabla “reglas\_productos” que contienen los indicadores a estudiar. Estos indicadores se describen a continuación:

- “soporte”: corresponde al índice de soporte de la regla, siendo el número de semanas en que la regla se cumple, sobre las semanas en que se transa (“semanas\_producto\_1\_mayor\_2/ semanas\_ambos\_productos\_presentes”).
- “confianza”: corresponde al índice de confianza de la regla, siendo en este caso el campo “semana\_confianza” sobre “semanas\_producto\_1\_mayor\_2”.
- “peso”: corresponde al índice de “peso” de la regla y equivale a la división entre el campo “semanas\_ambos\_productos\_presentes” y el campo “total\_semanas\_analisis”, correspondiente al número total de semanas estudiadas.

## Modelo de Datos: Regla de Orden Agregada

De esta forma, la tabla queda conformada de la siguiente forma:



Attribute Name	Data Type
sucursal	VARCHAR(255)
atributo1	VARCHAR(255)
atributo2	VARCHAR(255)
atributo3	VARCHAR(255)
atributo4	VARCHAR(255)
semana_regla	DOUBLE
semanas_favorable_regla	DOUBLE
semana_sin_regla	DOUBLE
semanas_favorable_sin_regla	DOUBLE
promedio_regla	DOUBLE
promedio_sin_regla	DOUBLE
desv_regla	DOUBLE
desv_sin_regla	DOUBLE
dif_regla	DOUBLE
beneficio	DOUBLE
desv_beneficio	DOUBLE
soporte	DOUBLE
confianza	DOUBLE
peso	DOUBLE

Imagen Anexo N° 4: Tabla para Regla Agregada.

## Modelo de Datos: Reglas de Elasticidad

Producto de la ejecución de scripts SQL y Perl, las tablas del modelo de datos para la extracción de Reglas de Elasticidad versus variaciones porcentuales, queda como sigue:



Imagen Anexo N° 5: Tablas para el modelo de datos de Reglas de Elasticidad versus porcentaje.



Para la Regla de Elasticidad vs Rango de Precios, se incorporan las siguientes tablas:

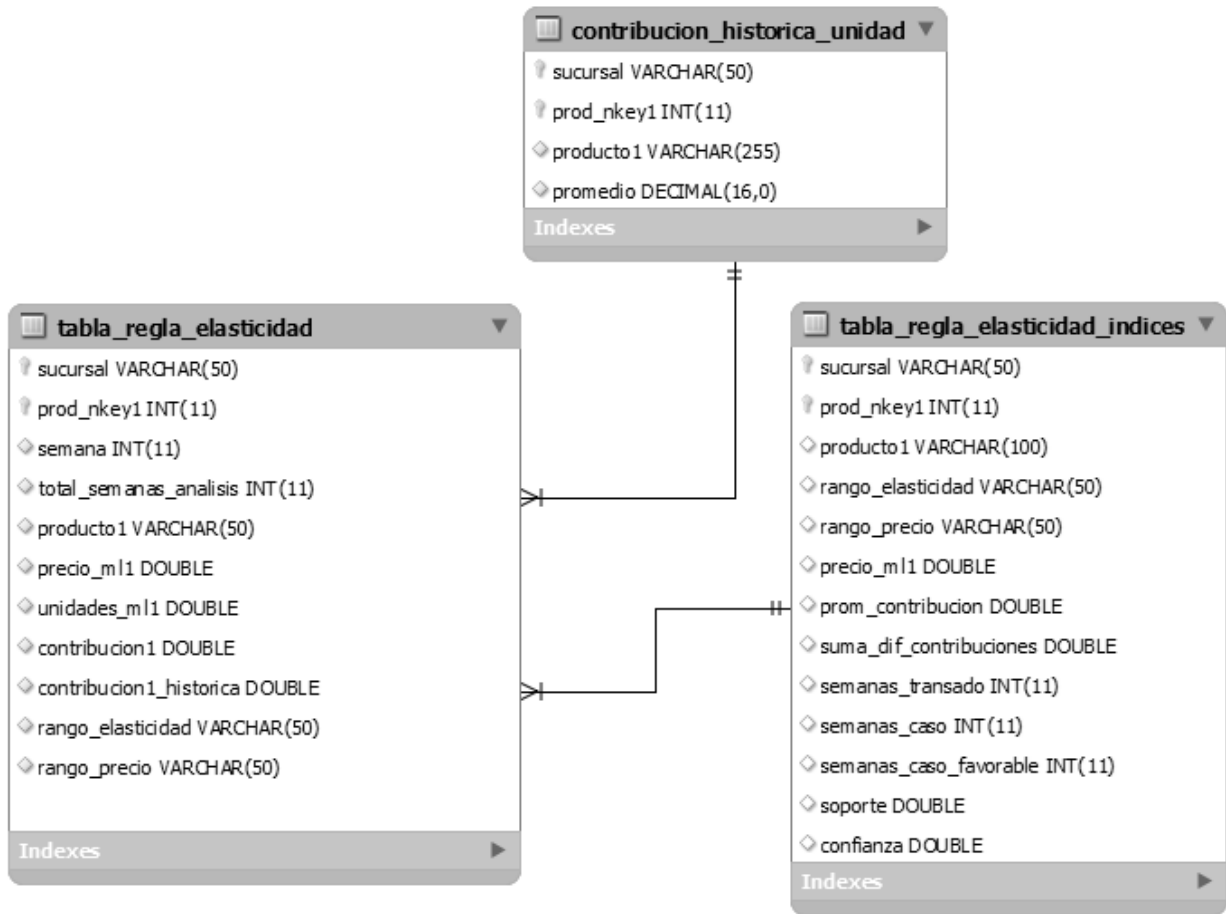


Imagen Anexo N° 6: Tablas para el modelo de datos de Reglas de Elasticidad versus rangos.

#### Anexo D: Ejemplo de Scripts utilizados

A continuación se muestra el script empleado para efectuar la extracción y evaluación de la Regla de Canibalización entre Productos. El script está en lenguaje Perl, pero dentro del mismo se desencadena la ejecución de otros scripts en lenguaje SQL.

- Se realiza la conexión con la base de datos que contiene los datos, para la regla de canibalización.

```
use DBI;
$dbh = DBI->connect('dbi:mysql:base_alicorp_equivalencia:localhost','root','')
or die "Connection Error: $DBI::errstr\n";
```

```
#delete tabla sensibilidad_regla_equivalencia
```

```

$inicio = time();
$sql_build = "DELETE FROM sensibilidad_regla_equivalencia";

print "Borrando Tabla sensibilidad_regla_equivalencia ...\n";

$sth_ejecutar = $dbh->prepare($sql_build);
$sth_ejecutar->execute
    or die "SQL Error: $DBI::errstr\n";

$delta = time()-$inicio;
#tiempo de ejecución, con line break al final
print " Tabla sensibilidad_regla_equivalencia sin registros ".$rango." [ ".$delta."
segundos]\n";

```

```

#$generatorDir = './';
# print $generatorDir;
#print "\n";

```

- Se extraen las reglas para cada uno de los rangos en análisis.

```

# Evaluar rangos (1%...20%
@rprtname = 1 .. 20;

for (@rprtname) {

    if($_<10) {
system "perl query_base_equivalencia.pl"." 0.0$_" and die "Error running $_.pl";
print "query_base_equivalencia.pl 0.0$_ terminada";

print "\n";

system "perl sensibilidad_beneficios.pl"." 0.0$_" and die "Error running $_.pl";

print "sensibilidad_beneficios.pl 0.0$_ terminada";

print "\n";
# system "perl $generatorDir/query_base_equivalencia.pl"." 0.0$_" and die "Error
running $_.pl $?"
    }
    elsif($_>=10) {
system "perl query_base_equivalencia.pl"." 0.$_" and die "Error running $_.pl";
print "query_base_equivalencia.pl 0.$_ terminada";

print "\n";

system "perl sensibilidad_beneficios.pl"." 0.$_" and die "Error running $_.pl";

```

```
print "sensibilidad_beneficios.pl 0.$_terminada";
```

```
print "\n";
```

```
# system "perl $generatorDir/query_base_equivalencia.pl"." 0.0$_" and die "Error running $_.pl $?"
```

```
}}
```

## Anexo E: Detalle de Reglas Extraídas

### Detalle para Regla de Canibalización entre Productos

N°	Sucursal	Producto1	Producto2	Rango	Sop.	Conf.
1	CADENA	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	1%	57%	75%
2	CADENA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	10%	77%	65%
3	CADENA	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	18%	85%	70%
4	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	10%	80%	62%
5	CADENA	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	7%	68%	70%
6	CADENA	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	14%	81%	68%
7	CADENA	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	7%	76%	69%
8	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	3%	73%	63%
9	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	2%	69%	61%
10	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	2%	75%	67%
11	CADENA	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	15%	74%	65%
12	CADENA	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	9%	88%	67%
13	CADENA	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	8%	79%	67%
14	CADENA	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	NU. ACEITE PRIMOR PREMIUM 1L 12 BOT	2%	82%	65%
15	CADENA	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	ACEITE COCINERO 500CC 24BOT	9%	86%	71%
16	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	9%	87%	62%
17	CADENA	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	4%	84%	62%
18	SURAREQUIP A	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	18%	72%	71%
19	SURAREQUIP A	ACEITE COCINERO 1LT 12BOT	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	16%	83%	71%
20	LIMALIMA	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	1%	68%	76%
21	LIMALIMA	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	1%	65%	75%

22	NORTEPIURA	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	5%	74%	71%
23	NORTEPIURA	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	4%	82%	61%
24	NORTETRUJIL LO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	1%	85%	70%
25	NORTECAJAM ARCA	NU. ACEITE CIL 500CC 24BOT LEC.	ACEITE COCINERO 500CC 24BOT	8%	67%	62%
26	NORTEPIURA	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	6%	87%	67%
27	SURCUSCO	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	8%	55%	69%
28	SURAREQUIP A	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	5%	69%	61%
29	NORTECHICL AYO	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	NU. ACEITE CIL 200CC 24BOT LEC.	8%	60%	61%
30	NORTECHIMB OTE	ACEITE FRIOL SOYA 1LT 12BOT	ACEITE FRIOL SOYA 200CC 24BOT	5%	54%	62%
31	SURCUSCO	ACEITE FRIOL 500CC 24BOT	ACEITE COCINERO 500CC 24BOT	20%	84%	62%
32	SURCUSCO	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	9%	76%	64%
33	SURCUSCO	ACEITE CAPRI 500CC 24BOT	ACEITE PRIMOR 500CC 24BOT	2%	72%	62%
34	SURTACNA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	1%	83%	65%

Tabla Anexo N° 2: Detalle para la Regla de Canibalización, del tipo 1.

N° Regla	Semanas con Regla	Semanas sin Regla	Promedio con Regla	Promedio sin Regla	Beneficio Potencial
1	16	12	185831	99635	\$ 1.034.352
2	23	7	296146	199004	\$ 679.994
3	23	4	733161	585087	\$ 592.293
4	24	6	291777	200289	\$ 548.929
5	23	11	187576	138658	\$ 538.105
6	22	5	730720	625438	\$ 526.410
7	26	8	187101	121857	\$ 521.957
8	19	7	311660	242496	\$ 484.146
9	18	8	309760	255416	\$ 434.753
10	21	7	162241	108835	\$ 373.845
11	20	7	724335	673762	\$ 354.012
12	30	4	181260	100419	\$ 323.365
13	27	7	180951	136259	\$ 312.842
14	23	5	155941	116455	\$ 197.427
15	24	4	136542	90240	\$ 185.208
16	26	4	175512	134856	\$ 162.622
17	21	4	478812	438323	\$ 161.956
18	21	8	80633	62807	\$ 142.604
19	24	5	80000	55151	\$ 124.245

20	21	10	20752	11630	\$ 91.224
21	20	11	20565	12800	\$ 85.413
22	28	10	66013	58367	\$ 76.456
23	23	5	62968	53411	\$ 47.786
24	23	4	6559	1858	\$ 18.804
25	16	8	5973	3799	\$ 17.397
26	33	5	64457	60988	\$ 17.349
27	16	13	3749	2442	\$ 16.987
28	18	8	33809	32361	\$ 11.585
29	18	12	12913	12376	\$ 6.451
30	13	11	33430	32988	\$ 4.862
31	26	5	10876	10043	\$ 4.163
32	22	7	3300	2732	\$ 3.981
33	26	10	995	690	\$ 3.051
34	20	4	5010	4304	\$ 2.827

Tabla Anexo N°3: Detalle para la Regla de Canibalización, del tipo 1. Beneficios potenciales.

El beneficio potencial se calcula como la suma de cada uno de los beneficios potenciales de las reglas encontradas. En total, esto representa \$ 2.948.145 USD.

#### Detalle para Regla de Orden Agregada

Regla de Orden Agregada	Sucursal	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Sop.	Con.
1	CADENA	COCINERO	CIL	500CC	93%	68%
2	CADENA	200CC	500CC	FRIOL	88%	68%
3	NORTESUR CHICOCHINCHA	PRIMOR	CAPRI DOMESTICO	1LT	97%	71%
4	NORTESUR CHICOAYACUCHO	PRIMOR	CAPRI DOMESTICO	1LT	97%	72%
5	NORTESUR CHICOICA	1LT	500CC	PRIMOR	97%	61%
6	NORTESUR CHICOICA	500CC	1LT	CAPRI DOMESTICO-PRIMOR	97%	61%
7	NORTESUR CHICOICA	500CC	1LT	CAPRI DOMESTICO-PRIMOR	97%	61%
8	NORTESUR CHICOICA	500CC	1LT	CAPRI DOMESTICO-PRIMOR	97%	61%

Tabla Anexo N°4: Tabla para Regla de Orden Agregada.

Se incluye el detalle de cada una de las reglas de la tabla anterior.

N° Regla	1	2	3	4	5	6	7	8
Semanas c/Regla	28	22	34	32	33	33	33	33
Semanas Favorables c/Regla	19	15	24	23	20	20	20	20
Semanas s/Regla	2	3	1	1	1	1	1	1
Semanas Favorables s/Regla	1	0	1	1	1	1	1	1
Promedio c/Regla	121.904	162.981	10.284	4.307	10.960	10.960	10.960	10.960
Promedio s/Regla	80.258	33.399	11.142	5.837	8.496	8.496	8.496	8.496
Desv. c/Regla	48.314	0	9.592	7.310	26.993	26.993	26.993	26.993
Desv. s/Regla	61.895	0	0	0	0	0	0	0
Diferencia entre Semanas	41647	129581	-858	-1530	2464	2464	2464	2464
Beneficio Potencial	\$ 83.293	\$ 388.744	-\$ 858	-\$ 1.530	\$ 2.464	\$ 2.464	\$ 2.464	\$ 2.464

Tabla Anexo N° 5: Detalle para Regla de Orden Agregada.

### Detalle para Regla Elasticidad vs Rangos de Precios

N° Regla	Sucursal	Producto	Rango de Elasticidad	Rango de Precio	Soporte	Confianza
1	CADENA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	MEDIA	BAJA	85%	44%
2	CADENA	NU. ACEITE CIL 1L . 12BOT LEC.	MEDIA	MEDIA	15%	29%
3	CADENA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	MEDIA	MEDIA	85%	49%
4	CADENA	ACEITE CAPRI 1LT 12BOT	MEDIA	ALTA	15%	0%
5	CADENA	NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	ALTA	BAJA	67%	38%
6	CADENA	NU. ACEITE CIL B. 1L . 12BOT	ALTA	MEDIA	33%	0%
7	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ALTA	MEDIA	70%	55%
8	CADENA	NU. ACEITE PRIMOR 1LT 12BOT	ALTA	ALTA	30%	64%

Tabla Anexa N° 6: Detalle de Reglas de Elasticidad vs Rango de Precios.

N° Regla	1	2	3	4
Precio Promedio	5,55	5,78	6,32	6,66
Promedio de Contribución	\$ 808.730	\$ 806.654	\$ 305.051	\$ 239.568
Semanas Transado	48	48	46	46
Semanas en Rango	41	7	39	7
Semanas favorables en Rango	18	2	19	0

Tabla Anexa N° 7: Detalle de Reglas de Elasticidad vs Rango de Precios.

N° Regla	5	6	7	8
Precio Promedio	5,62	5,75	6,44	6,67
Promedio de Contribución	\$ 1.641	\$ 264	\$ 278.031	\$ 302.295
Semanas transado	39	39	47	47
Semanas en Rango	26	13	33	14
Semanas favorables en Rango	10	0	18	9

Tabla Anexa N° 8: Detalle de Reglas de Elasticidad vs Rango de Precios.

El beneficio potencial de la aplicación de esta regla será la diferencia entre las reglas 1-2 y 3-4, multiplicado por la cantidad de veces en que se cumple el caso menos favorable. Lo anterior produce el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned}
 \text{Total de Beneficio} &= (808.730 - 806.654) * 7 + (305.051 - 239.568) * 7 \\
 &= 560.105 \text{ soles}
 \end{aligned}$$

, que equivalen a \$ 1.540.289 USD.