

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**INVESTIGACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS DE OPTIMIZACION
DE RENTABILIDAD A TRAVÉS DE LA ASIGNACIÓN DE PRECIOS
PARA UN ENTIDAD FINANCIERA**

**Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Alfredo Randy de Jesus Guzman Llontop

ASESOR:

Christian Santos Cornejo Sanchez

Lima, julio, 2020

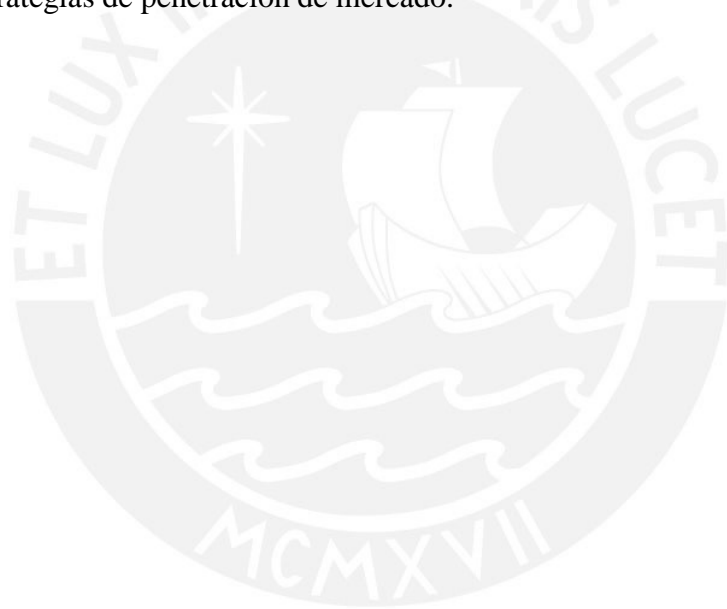
RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal repasar los principales fundamentos teóricos envueltos en el desarrollo de una programación lineal para la optimización de precios de créditos de una entidad financiera. Por ello, este informe primero abarca el funcionamiento actual de un banco y su rol dentro del sistema financiero. En él, se detalla cómo se generan ingresos y como se constituye la relación entre sus productos activos y pasivos. En un segundo enfoque, se profundiza la diferenciación de precios a fin de obtener mayores ingresos, asimismo se asocia la idea de plantear dicha disyuntiva como un problema de programación lineal. Por ello, se repasa la literatura existente para estos casos, incluyendo el planteamiento matemático al que se recurre para su solución. Complementando dicha idea se repasan los modelos determinísticos y estocásticos que actualmente solucionan la problemática planteada. Finalmente, dada las últimas modificaciones hechas en los conceptos de riesgos financieros acordadas en el comité de Basilea III, se explica las condiciones que tiene que cumplir una entidad financiera al momento de otorgar un crédito de cualquier tipo a sus clientes. Así como la diversificación de riesgos crediticios a los que se les recomienda cumplir con la finalidad de no incurrir en deterioro de su cartera de colocaciones.

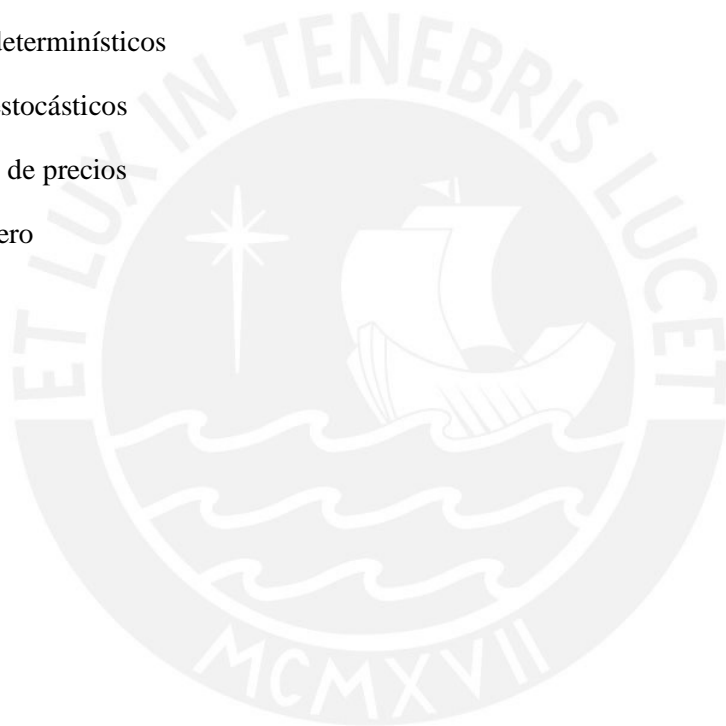
INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación abordará la problemática existente para optimizar la rentabilidad obtenida después del ejercicio propio de ventas a través de la asignación de precios. Esto responde a la exigencia dada en un mercado competitivo y creciente, donde cada vez más empresas utilizan la ciencia de datos para ser más precisos con sus precios y adelantar las necesidades del cliente.

Por otro lado, el crecimiento del Perú en los últimos años genera más oportunidades de crecimiento y de creación de nuevos sectores en el mercado. Con ello, el ingreso a estos nuevos nichos implica el tener precios competitivos de entrada. Adicional a lo mencionado, estos nuevos sectores tienen comportamientos distintos de acuerdo con los precios ofrecidos, lo cual implica una mayor exigencia en las estrategias de penetración de mercado.



ÍNDICE	
MARCO CONCEPTUAL	5
1.1. Conceptos del sistema financiero	5
1.1.1. Instituciones financieras	5
1.1.2. Mercados financieros	5
1.1.3. Margen financiero	6
ESTADO DEL ARTE	8
2.1. Modelos dinámicos de fijación de precios y gestión de los ingresos	8
2.1.1. Modelos determinísticos	11
2.1.2. Modelos estocásticos	12
2.2. Diferenciación de precios	16
2.3. Riesgo financiero	18
CONCLUSIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	24



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Flujo de fondos entre entidades financieras	6
Gráfico 2: La red de gestión de ingresos	10
Gráfico 3: Resultado de dos estudios del impacto medio del 1% de las mejoras en diversas variables	16
Gráfico 4: Oportunidad de contribución por diferenciación de precios	17
Gráfico 5: Impacto de la segmentación de mercado	18



MARCO CONCEPTUAL

En el presente capítulo, se hablará de aquellas teorías o conocimientos mayormente aceptados acerca del sistema financiero y de la gestión de ingresos de las empresas. Esto con el fin de dar conceptos y bases para que pueda ser utilizado para el desarrollo de un modelo propuesto.

1.1. Conceptos del sistema financiero

Antes de analizar la problemática actual, se explicarán algunos conceptos básicos utilizados en el sistema financiero.

1.1.1. Instituciones financieras

Son intermediarios encargados de canalizar los ahorros de personas, empresas e instituciones para su utilización como préstamos o inversiones. Existen distintas maneras en las que estas instituciones operan para generar ingresos: algunos ofrecen tasa de interés a los ahorradores y ofrecen este dinero en forma de préstamos a otras personas o empresas; otros pagan una cuota a los ahorradores e invierten este dinero en activos que generen dividendos, tales como bienes raíces, títulos o acciones; por último, algunos realizan ambos tipos de transacciones. (Mishkin, 2008, p. 190).

Las principales instituciones financieras en las economías de mercado definidas por Gitman y Zutter (2016)

- Bancos comerciales: Instituciones que ofrecen a los ahorradores un lugar seguro para invertir su dinero y que conceden préstamos individuales y empresariales.
- Bancos de inversión: Instituciones que ayudan a las compañías a recaudar capital, las asesoran en operaciones mayores como fusiones y reestructuraciones, y participan en actividades comerciales y de mercadeo.
- Sistema bancario paralelo: Grupo de instituciones dedicadas a las actividades de préstamo, de manera muy similar a los bancos tradicionales, pero que no aceptan depósitos y, por lo tanto, no están sujetas a las mismas relaciones que los bancos tradicionales. (p. 33)

1.1.2. Mercados financieros

Son foros en donde tanto los proveedores como los solicitantes de fondos pueden realizar transacciones con trato directo. Es decir, los proveedores saben en donde está siendo invertido sus ahorros. Dentro de los mercados financieros se tienen dos mercados claves de acuerdo con el

tiempo en el que se otorgará los recursos financieros siendo el de corto plazo el mercado de dinero; mientras que el de largo plazo, mercado de capitales.

La relación entre ambos dentro sistema financiero está explicada en el gráfico 1.1:

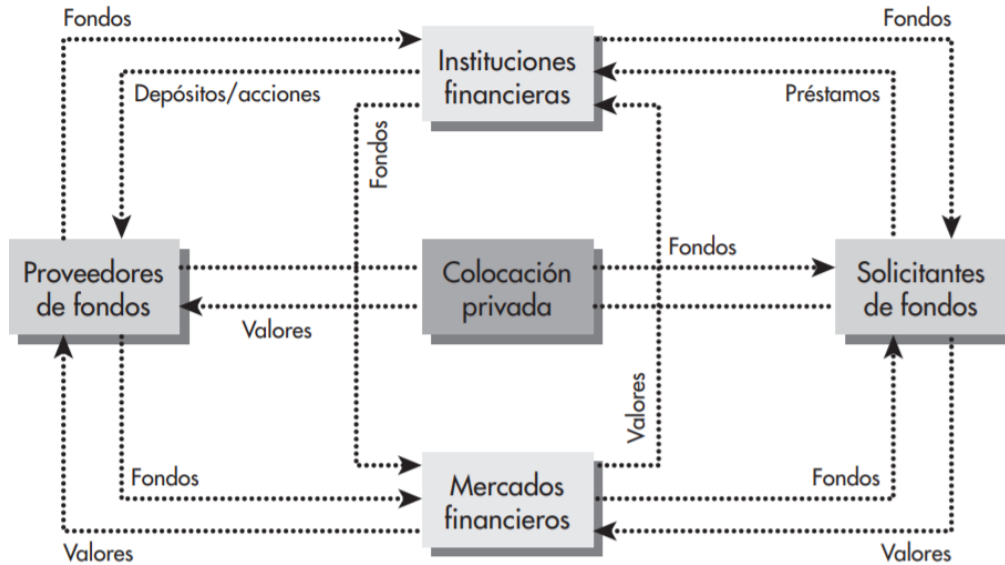


Gráfico 1: Flujo de fondos entre entidades financieras
Fuente: (Gitman, L. y Zutter, C., 2016, figura 2.1)

1.1.3. Margen financiero

Como ya se explicó anteriormente, básicamente el funcionamiento de un banco comercial es la de captar ahorros de personas y empresas para posteriormente ofrecer estos fondos a otras clientes que necesiten financiamiento. (Ambrosini, 2002). Tanto los ahorros como los préstamos deben tener cierto rendimiento por efecto del valor del dinero en el tiempo, el cual nos indica que el dinero con el que se cuenta ahora puede ser invertido para generar una tasa de rendimiento positivo, por ende, se recibe mayor cantidad de dinero en un futuro cercano (Gitman y Zutter p. 164). Con ello, se entiende que los bancos comerciales tienen que pagar una tasa de interés a sus ahorristas por el costo de oportunidad que este representa para ellos; mientras que a sus clientes solicitantes de fondos les cobra otra tasa de interés. Se concluye entonces que la manera de generar valor para

un valor comercial radica en la diferencia (*spread*) entre la tasa pasiva (costo de fondeo) y la tasa activa (precio del préstamo).

De lo descrito anteriormente se puede inferir que la tasa activa es mayor a la pasiva lo cual genera un diferencial positivo en favor a la entidad financiera. En efecto, esto se debe a factores de riesgos asociados a las captaciones (fuentes de costo) y colocaciones (precios otorgados). Los bancos requieren de captar los fondos de dinero necesarios para luego poder prestarlos, para realizar esta captación recurre a operaciones pasivas, tales como depósitos a la vista, a plazo, de ahorro, entre otros. Estas operaciones tienen que generar interés por regulaciones del sistema financiero que pueden ir variando de acuerdo con las condiciones del contrato. Por otro lado, las operaciones activas son aquellas donde estos fondos son colocados para generar rentabilidad. Desde el punto de vista del banco en ambos casos se ofrecen servicios; en el primero, brinda la oportunidad de ahorrar y generar intereses en un lugar seguro, mientras que, el segundo ofrece financiamiento y generar ingresos producto de ello. Por ello, al prestar dinero existe mayor exposición al riesgo al no tener toda la certeza de cumplimiento de pagos exigidos, por ende, se le asigna una tasa mayor a la de cualquier operación pasiva. (Ambrosini, 2002)

Si bien se ha hablado de un diferencial o *spread* como diferencia de tasas pasivas y activas, el margen financiero suele ser expresado en cantidades de dinero, mas no de tasas expresadas en puntos porcentuales o básicos. Por ello, para calcularlo habría que calcular en cantidades monetarias el costo de fondeo y las ventas de préstamos; para ello, se tiene que calcular todos los interés generados e incurridos durante el ejercicio. Estos valores pueden ir variando de acuerdo con el sistema de pago de cuotas que maneje cada entidad financiera como cuotas iguales, crecientes o decrecientes. La diferencia entre estos intereses vendría a ser el margen financiero generado.

ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo, se presentarán las principales propuestas que relacionan la optimización de rentabilidad obtenida y la asignación de precios. Principalmente, se mostrarán modelos matemáticos que son planteados como problemas de investigación de operaciones. Por otro lado, se mostrarán aquellos planteamientos existentes con respecto a la asignación de riesgos a una cartera de clientes.

2.1. Modelos dinámicos de fijación de precios y gestión de los ingresos

Como marco general, se recuerda que la composición de precios ofrecidos básicamente contempla dos componentes: costos (fijos y variables) y ganancia esperada. Mientras que, el margen bruto (ingresos menos costos) está compuesto por la ganancia esperada multiplicada por la cantidad de productos vendidos. Con ello, se suman dos variables importantes más en tener en cuenta: demanda del producto y capacidad de producción. Estas dos limitan la cantidad de productos a vender, por ende, el margen bruto; sin embargo, ambas pueden ser gestionadas a través de diversas políticas comerciales y de producción de cada empresa. Con todo lo mencionado anteriormente, se infiere que se puede optimizar el margen bruto a través de la buena gestión de costos, asignación de precios, capacidad de producción, estimulación de la demanda, negociación con clientes y proveedores, entre otros.

Cada una de las alternativas de mejora descritas en el párrafo anterior tiene mayor o menor impacto dependiendo de la industria y país donde se desenvuelven. En el caso del presente trabajo de investigación, se describirá las teorías orientadas a la asignación de precios, lo cual sugiere que se dará un mayor enfoque al sector comercial antes que al de producción u operaciones. Esto debido a que las herramientas a utilizar para esta mejora no implican un conocimiento técnico específico de cada producto y la literatura revisada no restringe si la empresa es de producción o de servicios.

En la literatura revisada, se evidencia la importancia de la relación existente entre la estrategia de precios (pricing strategy) y la gestión de ingresos (revenue management). Esto debido a que la ganancia obtenida parte del diferencial del costo y es definido de acuerdo con la política comercial de la empresa. No obstante, surge la problemática de fijar precios, ya que no todos los clientes tienen la misma sensibilidad al precio. Por ello, se puede resumir que la principal preocupación de

la gestión de ingresos es la de vender el producto correcto al cliente adecuado en el momento justo buscando la mayor ganancia posible. (Bitran y Caldentey, 2003)

Con esta discusión Bitran y Caldentey (2003) mencionan que las principales variables a utilizar para este tipo de problemas son las siguientes: Capacidad disponible, demanda acumulada, los tipos de productos disponibles, políticas de regulación, la estrategia de precios y la estrategia de venta. Con todas estas variables, el planteamiento general para el modelo de optimización deseado sería el siguiente:

$$\begin{aligned} & \sup_{P, S} E_N \left[\int_0^T p_t dS(t) \right], \\ & \text{subject to: } C_t = C_0 - A S(t) \geq 0 \\ & \qquad \qquad \qquad \text{for all } t \in [0, T], \\ & 0 \leq S(t) \leq D(t, P, \mathcal{H}_t) \quad \text{for all } t \in [0, T], \\ & P \in \mathcal{P}, \quad \text{and } S(t) \in \mathcal{H}_t. \end{aligned}$$

Donde:

- C_t : Capacidad en el tiempo 't'
- $S_{(t)}$: Demanda del producto para la empresa en el tiempo 't'
- $D(t,P,H_t)$: Demanda del producto sujeta al tamaño del mercado en función al tiempo, a los efectos de la elasticidad del precio y al comportamiento de compra de los clientes en el tiempo.
- P : Política de precios admisible
- P_t : Estrategia de precios que maximiza el total de ingresos.
- A : Tasa de transformación de demanda del mercado a demanda de la empresa.

Del modelo presentado, se puede apreciar que la función a optimizar será la de estrategia de precios, esto orientado a que es finalmente con esta estrategia con la que da la generación del margen bruto. Sin embargo, se encuentra sujeto a variaciones de la demanda en el tiempo. Esto considerando que pueden existir productos con estacionalidad marcada en determinados meses. Por otro lado, también se contempla que este tipo de modelos toma como restricción los costos, mas no se gestiona una reducción de estos. Bitran y Caldentey (2003) presentan el gráfico 1 a fin de entender

cuál es el flujo operativo que sigue el planteamiento del modelo a nivel de recursos, productos y demanda.

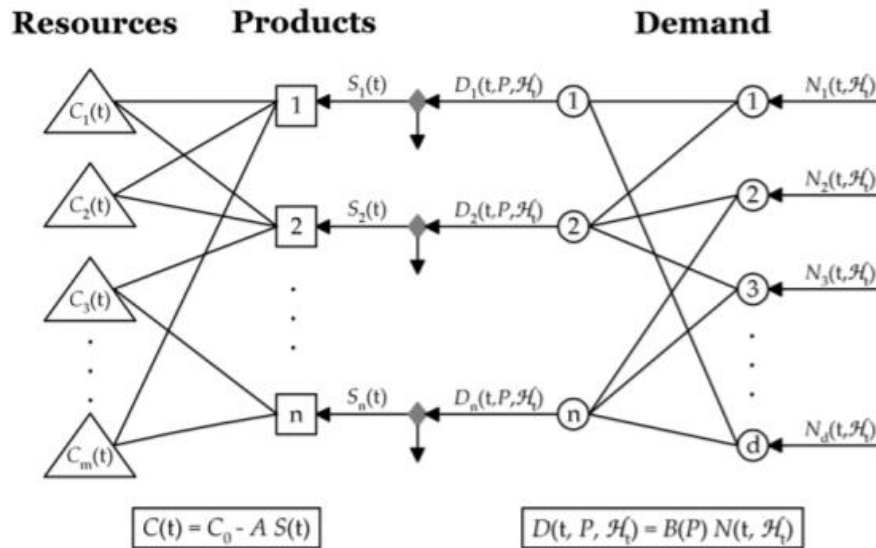


Gráfico 2: La red de gestión de ingresos
 Fuente: (Bitran, G. y Caldentey, R., 2003)

El gráfico 2, ejemplifica como a partir de ciertos recursos, se elaboran ciertos productos en distintas cantidades; esta transformación viene a ser gestionada por la capacidad de producción de la empresa, también se entiende que estos recursos y transformación implican costos. Por el lado derecho del gráfico 2, se tiene la demanda generada por diversas necesidades de los clientes; la cual genera que, al momento de interactuar en el mercado con la empresa, implica la compra de los productos ofrecidos, siendo “B(P)” la matriz de productos requeridos por los clientes para una familia de productos, mientras que “N” explica la potencial demanda acumulada del mercado bajo las condiciones de procesos estocásticos. Al momento de la transacción se generan ingresos. Sin embargo, no toda la demanda puede ser, necesariamente, atendida por una sola empresa con lo cual existe cierto grupo de la demanda que opta por otras alternativas. Asimismo, puede darse el caso que por diversos criterios del cliente o del producto, no se de la compra de los bienes ofrecidos.

Como se vio en el ejemplo anterior, la demanda es un factor determinante de cara a la cantidad de productos vendidos. No obstante, la demanda puede que tenga un ritmo distinto que el de la producción, por ende, la estimación de la misma resulta importante para la planificación de recursos. La estimación de este parámetro puede guardar mayor o menor complejidad dependiendo

de las características del producto y de la necesidad que cubre, en otras palabras, puede presentar mayor volatilidad dependiendo del mercado donde se desenvuelve. Ante esta problemática, se plantean dos soluciones alternativas dependiendo de los criterios a seguir para estimarla.

A continuación, se presentarán los dos modelos propuestos producto de la revisión de la literatura respectiva.

2.1.1. Modelos determinísticos

Para el caso de este tipo de modelos, se asume que la estimación de la demanda tiene gran precisión al usar como referencia eventos anteriores (Hillier y Lieberman, 2010, p.727). Con ello, se infiere que el nivel de producción puede variar proporcionalmente a los cambios que presente la demanda en determinado espectro de tiempo. Esto facilita la planificación de recursos y la gestión comercial de ventas necesarios para asumir las variaciones estimadas.

Maglaras y Missner (2006) sugieren que la demanda es obtenida por medio de una tasa de conversión que va variando de manera continua en el tiempo. Con ello, la función objetivo planteada anteriormente tendría que relacionar la estrategia de precios y la capacidad de producción con la demanda estimada. Cabe resaltar que, desde un punto de vista económico, la demanda de un producto también determina el precio promedio del mismo, así como la elasticidad de este ante cualquier variación del precio. Dado esto, los autores formularon de la siguiente manera la función objetivo:

$$\max_{\{\lambda(t), t \in [0, T]\}} \left\{ \int_0^T R(\lambda(t)) dt : \int_0^T a' \lambda(t) dt \leq C \text{ and } \lambda(t) \in \mathcal{L} \forall t \right\}.$$

En esta nueva función objetivo, $R(\lambda(t))$ es la curva óptima de ingresos dados por la estrategia de precios. Por otro lado, $\lambda(t)$ expresa la demanda instantánea para los productos. La variable “ a ” viene a ser el factor de conversión entre unidades requeridas y unidades demandadas. Adicional a ello, “ t ” sigue expresando el tiempo, el cual se sigue expresando como variable continua. En la expresión de la segunda línea se evidencia que el factor de conversión de la demanda para la

empresa viene a estar limitada por la capacidad de producción (C). Como se observa, la capacidad de producción no está en función del tiempo dado que se entiende que es un número fijo de acuerdo con las características técnicas del producto. Sin embargo, no es impedimento para que este valor pueda aumentar a través de otras metodologías propias de mejoras de procesos de producción.

La revisión hecha por Strauus, Klein y Steinhardt (2018) acerca de modelos determinísticos, sugiere el asociar a un sector de los consumidores una utilidad a cada tipo de producto. Para lo cual se tiene una parte determinista y otra aleatoria. Con ello, el planteamiento sugerido es el siguiente:

$$U_j = u_j + e_j$$

Donde la expresión “ U_j ” es la utilidad total asociada al tipo de producto; “ u_j ” la utilidad media de la alternativa “ j ” y “ e_j ” viene a ser la componente aleatoria con media cero. Por ello, se entiende que se manejaría una ganancia estándar para cada tipo de producto, la cual puede ser estimada a través del cálculo de la información histórica. Mientras que, la parte aleatoria del producto depende de otras variables independientes, las cuales pueden ser estimadas a través de modelos econométricos.

A diferencia del planteamiento anterior, se trabaja directamente con la utilidad y no se manejan restricciones de capacidad, demanda y costos. El modelo puede resultar provechoso si se asume que en ningún caso se vende por debajo del costo y que la demanda no tendrá cambios abruptos que generen incumplimiento en atender a sus clientes. Por otro lado, el abordar la aleatoriedad a través de modelos econométricos puede resultar provechoso con la finalidad de optimizar y tener control sobre las variables ajenas a la empresa que pueden estar afectando las utilidades.

2.1.2. Modelos estocásticos

Este tipo de modelos viene a ser la contraparte del primer modelo, ya que se utilizar para describir casos donde la demanda y, por ende, los niveles de inventario son complejos de estimar, ya que, al revisar la información histórica, no se encuentra un patrón que pueda ser utilizado para predecir las necesidades futuras o porque se encuentran incertidumbres que generan alto impacto en

cualquier tipo de estimación (Bitran y Caldentey, 2003). Ante ello, lo que se plantea para la construcción del modelo es utilizar los datos de nivel de inventario y demandas actuales, y, a partir de ello, se fijan los precios en tiempo real.

Bitran y Caldentey (2003) indican que este modelo es adecuado para este tipo de problemas, ya que reúnen uno o más de las siguientes condiciones: Tienen un corto periodo de venta, altos costos para cambiar los precios y regulaciones de mercado y legales de fijación de precios. La formulación de este modelo se hace con vectores que estarán determinados para determinado espectro de tiempo. Dado esto, la función objetivo queda expresada de la siguiente manera:

$$V(C, T) = \max_{p \geq 0} V(C, p, T) = \max_{p \geq 0} E[p \min\{D(p, T); C\}],$$

Donde:

- $D(p, T)$: Variable aleatoria de demanda que expresa la demanda acumulada de 0 a un tiempo “T” a un precio “p” para un tipo de producto.
- $V(C, p, T)$: Función de valor de ingresos en el tiempo “T” dado el nivel de inventario “C”.

Como la demanda no puede ser estimada con información histórica, entonces se plantea el expresarlo a través de funciones probabilísticas, siendo así $f(D; p, T)$ la función probabilidad o la función densidad de la demanda, ya sea la variable tiempo considerada como variable discreta (en caso de que se tome unidades totales fijas como “x” días, meses, entre otros) o continua. Por otro lado, la elasticidad del producto queda expresada de la siguiente manera $\xi(D, p, T) = ((p * f_p(D, p, T)) / f(D, p, T))$. Donde “ f_p ” viene a ser la derivada parcial de la función probabilidad o función densidad de la demanda. A partir de ello, junto con a la condición económica de precio monopolístico óptimo (ocupar toda la cuota de mercado) que indica que el valor de la de la elasticidad debe ser igual a menos 1, una de las restricciones del problema planteado sería la siguiente: (Bitran y Caldentey, 2003)

$$\frac{E[\min\{D; C\} \varepsilon(D, p, T)]}{E[\min\{D; C\}]} = -1.$$

Sin embargo, esta condición viene a ser estrictamente teórica, ya que en la vida real existen regulaciones de mercado que impiden que se dé un monopolio para cualquier sector de producción

o servicios, por ello la condición de igual a uno como operador lógico tendría que cambiarse por un “menor”.

En conclusión, para los dos modelos propuestos se tiene en cuenta que a partir de la demanda se aproxima la cantidad de productos a vender y, por ende, se puede prever la capacidad de planta requerida para abastecerse. Esto acompañado con la estrategia de precios por producto permite obtener la ganancia de la empresa. Como se evidencia en los modelos propuestos, la relación entre ambos conceptos es muy importantes y tienen una relación directa comercial; en cambio, variables como costos, capacidad de recursos, ciclo operativo de producción, entre otros quedan de lado por tener una complejidad técnica que puede alterar la calidad final del producto ofrecido.

De acuerdo con Tian, Ge y Xu (2018), se puede trabajar con modelos estocásticos que tengan una demanda dependiente del tiempo. Sin embargo, la complejidad para resolver estos problemas con asunciones estocásticas está asociado al concepto de los múltiples canales de venta de una empresa, en los cuales cada uno tiene tiempo de llegada del cliente distintos. Bajo esas condiciones, la demanda total del producto será estimada a través de estos tiempos de llegada. Con ello, el modelamiento de la demanda queda de la siguiente forma:

$$dA_i(t) = \lambda_i(t)dt + \sigma_i(t)dW(t) = C_i(t)dt, \quad t \in [0, T]$$

Donde “ A_i ” es la afluencia total de personas para el canal “ i ”, $\lambda_i(t)$ es la expectativa de tasa de arribo de un cliente al canal “ i ”, $\sigma_i(t)$ es el parámetro de variación para el canal “ i ” y $W(t)$ es el valor estándar del movimiento browniano (movimiento aleatorio usado para describir el movimiento aleatorio de partículas). Finalmente, $C_i(t)$ es la tasa aleatoria de llegada del cliente. Con esta estrategia de estimar la demanda por canal de venta, se puede reducir la complejidad de cálculo de estimación de la demanda y a partir de ello establecer un plan estratégico que pueda optimizar los ingresos.

En comparación con el anterior modelo, este segundo planteamiento permite afinar la demanda por canal de venta, el cual puede encontrar variables ocultas tales como riesgo del cliente, nivel de ingresos, nivel socioeconómico, entre otros. En este nuevo modelo, lo aleatorio vendría en el

cálculo de la tasa expectativa de llegada del cliente. Una vez estimado este valor, se puede indicar la estrategia más adecuada en beneficio de la empresa.

Una alternativa distinta a las anteriormente propuestas es la de Zhao y Zheng (2000) quienes abordan el problema de la demanda no homogénea para activos perecederos. Esta particularidad por parte de los activos hace que el producto no pueda ser almacenado por un largo periodo de tiempo, forzando así que prácticamente se produzca a demanda, la cual no puede ser estimada con gran precisión al no ser homogénea. La función objetivo que sugieren es la siguiente:

$$\frac{\partial J(y, t)}{\partial t} = \sup_{p \in P} \lambda(t)u(p, t)(p - \Delta J(y, t)),$$

En la anterior expresión, $\Delta J(y,t)$ es el margen de ganancia esperado para el periodo “y”. Mientras que, la estimación de la demanda y de la estrategia de precios está expresada por la multiplicación “ $\lambda(t)*u(p,t)$ ” describiendo un proceso markoviano (estocástico, no guarda memoria de lo ocurrido en el pasado). De la expresión anterior la variable “p” hace referencia a la estrategia de precios optada por la empresa.

Este nuevo planteamiento si bien brinda una propuesta similar a la anteriores, el factor de trabajar con valores diferenciales sugiere que la optimización se da para un intervalo de tiempo relativamente pequeño, llegando a ser en algunas partes bastante puntual. Por ello, si bien el planteamiento del proceso markoviano puede facilitar la estimación de la demanda, el trabajar con un producto de características distintas puede que no sea la mejor aproximación para el modelo a desarrollar en el trabajo de tesis.

Ya definida y descrita la importancia de la estimación de la demanda, ahora se detallará más acerca de la estrategia de precios a seguir, visto desde una perspectiva comercial y financiera. Esto en respuesta a la duda de cual debe ser la apertura o cartera de precios a manejar para un mismo producto. Es decir, bajo qué criterios un mismo producto puede ser vendido a un precio distintos con la finalidad de optimizar las ganancias o en qué condiciones se puede variar el precio para abarcar mayor participación en el mercado donde se desempeña.

Un primer alcance genérico de dos de los modelos comúnmente usados para resolver este tipo de problemas puede observarse que la manera de obtener la mayor cantidad de ingresos no solo radica en la fijación de precios, sino también puede verse influenciado por variables intrínsecas a la empresa como los costos fijos y variables, y el volumen de ventas. Ante esta observación Phillips (2005) muestra el cuadro a continuación donde muestra los resultados de dos estudios del impacto medio que tienen la mejora del 1% en diferentes variables que afectan el beneficio operativo en la industria de las aerolíneas.

	<i>McKinsey (1992)</i>	<i>Kearny (2000)</i>
<i>Price Management</i>	11.1%	8.2%
<i>Variable post</i>	7.8%	5.1%
<i>Sales volume</i>	3.3%	3.0%
<i>Fixed cost</i>	2.3%	2.0%

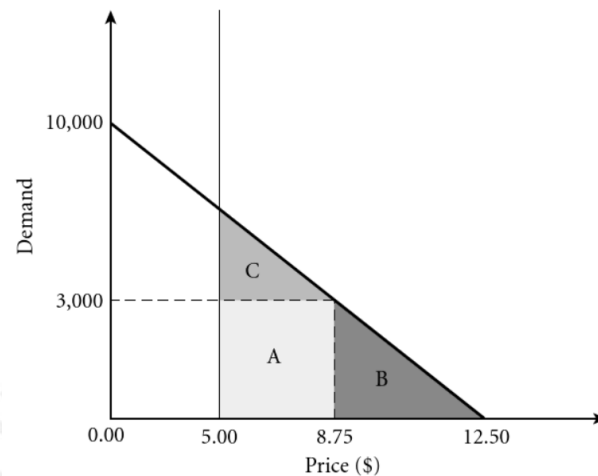
Gráfico 3: Resultado de dos estudios del impacto medio del 1% de las mejoras en diversas variables
Fuente: (Phillips R., 2005, tabla 1.3)

Como se observa en el gráfico 3, la variable que mayor impacto tiene viene a ser la de gestión de precios; por ello, se puede inferir que como medida de acción rápida para generar mayores ingresos se debe gestionar de manera adecuada la fijación de precios de productos. Esto no impide que las demás variables puedan ser optimizadas también, pero el efecto que tendrían no serían el mismo en un corto plazo.

2.2. Diferenciación de precios

En los modelos descritos anteriormente, se evalúa a la variable precio ya sea como un valor único o como un conjunto de valores ordenados bajo criterios para que puedan ser trabajados dentro de los modelos matemáticos; sin embargo, aún no se han definido bajo qué criterios se pueden hacer la apertura de los precios. Es decir, que no solo se le puede o debe asignar un único valor para un solo producto, sino que se pueden manejar distintos valores para un mismo producto dependiendo de ciertas características especiales que pueden ser relevantes al momento de vender los productos. En ese sentido, Phillips nombra este caso como diferenciación de precios, el cual hace referencia a las maneras en las que se puede generar mayores ingresos a distintos mercados colocándoles un

precio distinto a distintos tipos de clientes por el mismo producto. El autor muestra una gráfica sencilla para explicar las oportunidades de generar mayores ingresos existentes considerando que se le puede cambiar el precio al mismo producto de acuerdo con lo que está dispuesto a pagar cada cliente. (p. 76)



*Gráfico 4: Oportunidad de contribución por diferenciación de precios
Fuente: (Phillips R., 2005, Figura 4.1)*

En el gráfico 4, se muestra que para un precio de 8.75 USD (Costo igual a 5 USD) se tiene una demanda de 3,000 productos, con lo cual las ganancias generadas son el equivalente al área A. Sin embargo, existe un sector del universo de clientes que estaría dispuesto a pagar más por el mismo producto, estas ganancias extras que se generan se encuentran en la región B del gráfico 4. Por otro lado, existen clientes que podrían adquirir el producto si estos son vendidos a un precio menor; en ese sentido, se puede reducir el precio hasta 5 USD (vender al costo). Estas otras ganancias se ubican en la región C. Gráficamente, se puede observar que los ingresos han aumentado considerablemente, solamente considerando el cobrar distintos precios por el mismo producto. Por ello, la sensibilidad del cliente al precio resulta importante al momento de cerrar la venta de productos en distintos sectores del mercado.

Otro ejemplo presentado por Phillips (2005) es el del gráfico 5. En ella muestra de manera rápida y concisa los efectos generados por ofrecer el mismo producto a un segmento distinto de clientes. Al disminuir su precio, se puede inferir que se genera un nuevo nicho de clientes, por lo cual genera

demanda adicional a lo que ya se tenía con un precio preestablecido. Si bien el costo promedio del producto disminuye, los ingresos aumentan con mayor variación porcentual.

	Unsegmented	Segment 1	Segment 2	Total	Change (%)
Average price	\$8.75	\$8.75	\$6.00	\$8.17	-6.6
Demand	3,000	3,000	800	3,800	26.7
Revenue	\$26,250	\$26,250	\$4,800	\$31,050	18.3
Gross contribution	\$11,250	\$11,250	\$800	\$12,050	7.0
Net contribution	\$1,250	—	—	\$2,050	85

Gráfico 5: Impacto de la segmentación de mercado
Fuente: (Phillips R., 2005, Figura 4.1)

Si bien este concepto de segmentación sugiere que se pueden generar mayores ingresos, se tiene que considerar que este ejercicio de dividir a los clientes en distintos grupos debe seguir ciertos criterios que permitan decir que efectivamente el segmentarlos obedece a un comportamiento distinto al momento de adquirir un producto. Por ello, el seleccionar las variables a utilizar para segmentarlos debe tener validez estadística y comercial. En vista de ello, se podrían utilizar herramientas de clusterización. Bajo esa premisa, a mayor cantidad de clientes se pueden manejar mayores posibilidades de aperturas por cada variable.

Como sugiere Phillips (2005) la caracterización de clientes puede ser una buena alternativa para diferenciar el precio; sin embargo, también sugiere otras variables adicionales como el canal de venta que se utiliza, la región donde vive el cliente, días de la semana, marcas distintas de venta, entre otras. (p. 80)

2.3. Riesgo financiero

Para todo análisis que se busque hacer en el sector financiero resulta importante el conocer la exposición al riesgo existente producto de la venta de instrumentos de financiamiento. Esto se debe a regulaciones locales de cada país y consensos establecidos a nivel internacional, siendo el último vigente el Congreso de Basilea III. Estas regulaciones buscan garantizar la sostenibilidad del sistema financiero descrito en el gráfico 1.1, en el cual se ve que tiene que existir un equilibrio

entre el dinero entrante para la captación de capital y el dinero colocado producto de la gestión comercial de las entidades financieras. Por ello, el analizar y estimar los factores de riesgo prevé los posibles cambios que puedan alterar el orden del equilibrio anteriormente establecido.

Según Lizarzaburu, Berggrun y Quispe (2012), “los riesgos financieros están asociados a los productos y servicios que se pueden adquirir en los mercados financieros, de donde las empresas obtienen los recursos o los colocan. Asociados, además, entre otras cosas, a realizar estrategias que permitan reducir o mitigar los riesgos. Los principales son: el riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgo de liquidez y riesgo operacional”. En líneas generales, los mismos autores sugieren que el riesgo financiero debe ser entendido como la probabilidad de obtener resultados diferentes a los esperados, como producto de la variación de alguna variable financiera. Con ello, se entiende que las entidades financieras tendrán como objetivo el poder controlar y gestionar los tipos de riesgos anteriormente mencionados, con la finalidad de aminorar los efectos que pueden tener en el ejercicio propio del negocio. A fin de entender mejor cada uno de los riesgos se utilizará como base la tabla elaborada por Lizarzaburu et al. (2012):

- Riesgo de mercado: Riesgo asociado a la variación de precios, al subyacente del producto, al tipo de cambio monetario y al precio de los commodities.
- Riesgo de crédito: Riesgo propio del cliente y del emisor.
- Riesgo operacional: Riesgos propios de la operatividad del banco, tales como riesgos en la transferencia de dinero, error en valuación, de sistemas, entre otros.

Cabe resaltar que, desde el punto de vista de las entidades financieras, el riesgo se encuentra en las operaciones activas, ya que es dinero que está siendo otorgado a modo de préstamo y se espera que genere intereses que sean debidamente cancelados por el cliente. A diferencia de las operaciones pasivas no existe un riesgo de mercado o de crédito asociado, ya que la entidad financiera sirve de almacén y reserva de los fondos que manejen los ahorristas. Sin embargo, sí presentan un riesgo operacional producto de la probabilidad de ocurrencia de algún inconveniente con la transacción (errores en sistemas de información, en transferencia de dinero, entre otros).

Ante esta necesidad de controlar y gestionar los riesgos asociados a los productos ofrecidos por las entidades financieras surge la medición de los Activos Ponderados por Riesgo (APR). Este

indicador cuantifica la exposición al riesgo del importe desembolsado de cada operación que se realiza. Para ello, se efectúa la multiplicación del importe de la operación por un ponderador de riesgo que puede ir variando de acuerdo con el producto y la metodología que escoja la entidad financiera. A este ponderador de riesgo se le conoce, de manera internacional, como *Risk Weight* (RW) y está asociado a consideraciones especiales de las características del producto, de la operación, del cliente y del entorno macroeconómico del país donde se desenvuelve. (Bank for International Settlements [BIS], 2019a).

Adicional al concepto de los Activos Ponderados por Riesgo (APR), el comité de Basilea III definió nuevas medidas para la estimación de provisiones ante incumplimiento de pago de un crédito otorgado. Estas se encuentran orientadas a ser más exigentes con los bancos a que prevengan este tipo de situaciones. Por ello, como menciona el BIS (2019b), el cálculo de provisiones será estimado bajo la multiplicación de tres factores: Probabilidad por defecto de incumplimiento (PD), la pérdida dado el incumplimiento (LGD) y el monto expuesto al momento del cumplimiento (EAD). Cada uno de estos factores irán variando de acuerdo con los criterios de segmentación sugerida la cual abarca como grandes bloques diferenciados a las empresas, pymes, personas naturales y créditos hipotecarios (lo diferencia por tener un tiempo de vida mayor y tener menor exposición al riesgo).

Los cambios dados en Basilea III están mayormente orientados a fortalecer la calidad del capital y liquidez bancario. Como lo indica BIS (2010): “Ahora los bancos deberán determinar su requerimiento de capital para el riesgo de contraparte utilizando insumos estresados”. Esto aminorará las pérdidas que pueden ser generadas en periodo de alta volatilidad en el mercado. Con ello, como sugiere BIS (2010) las entidades financieras se verán en la obligación de tener un colchón de liquidez mínimo para hacer frente a las situaciones de estrés (mercado volátil).

Por otro lado, Shin (2019) realizó una exhaustiva revisión de la literatura y presentó los efectos de la importancia de la diversificación del portafolio de préstamos en la estructura de mercado y la estabilidad del banco. Dentro de sus principales hallazgos concluye que se la estabilidad financiera de un banco está en función de la mezcla de los productos ofrecidos y del perfil de los clientes.

Por otro lado, otro de los factores importantes son el tamaño de la firme y el uso principal que se le da a los depósitos de los ahorristas.

Este análisis entre la estabilidad financiera y el enfoque comercial presentado por Shin (2019) que adquiere un banco resulta provechoso para añadir restricciones que exijan más al modelo de optimización, ya que de esta manera el modelo se verá en la obligación de dar mayor importancia a aquellos sectores con mayor participación en los ingresos actuales del banco.



CONCLUSIONES

Con la revisión de la literatura correspondiente y lectura de las principales teorías existentes, se concluyen los siguientes puntos:

- Las entidades financieras concentran gran cantidad de dinero y son principalmente quienes le dan gran movimiento al dinero recolectado. La intermediación financiera tiene un rol importante en el desarrollo seguro y estable de un país. Por un lado, brinda seguridad y pone a disponibilidad el dinero captado de los ahorristas, e inclusive les da la oportunidad que ese dinero genere mayores ingresos con productos pasivos alternos. Por otro lado, pueden ser proveedores de capital para personas naturales o jurídicas ante cualquier necesidad, previa revisión crediticia. Con ello, brinda la oportunidad de desarrollo y de mejora de sus clientes, y genera ingresos a través de los intereses pactados.

- Ante la situación de crisis, el comité de Basilea III adopta una nueva normativa que se vuelve más exigente con escenarios de estrés de capital. Esto resulta bueno para los bancos, ya que pueden tener mayor margen de liquidez para afrontar escenarios volátiles y de esa manera puede garantizar el pago a sus ahorristas e inversores de capital. Esta mayor exigencia se verá reflejada en el costo de fondeo del banco, ya que al ser más exigente las provisiones aumentarán y encarecerán un poco las tasas ofrecidas.

- La estimación de la demanda resulta importante para la toma de decisión de que modelos de optimización de ingresos se debe tomar: determinístico o estocástico. En el caso del primero, se puede estimar con facilidad revisando data histórica, mientras que, en el segundo, resulta complejo estimarla, ya que no existe un patrón. Ante ello, se puede estimar con procesos estocásticos que calculan la demanda para un punto en específico sin guardar memoria de lo ocurrido periodos atrás. Las características de cada producto ayudarán a escoger el modelo adecuado, ya que hay productos que tienen tendencias a lo largo de un periodo, mientras otros presentan mucha estacionalidad o son muy volátiles.

- La diferenciación de precios para un mismo producto puede resultar muy provechoso si se aprovechan todas las oportunidades que el mercado le brindan. En el caso de una institución grande, se entiende que, al manejar una cartera de clientes más amplia, se puede ofrecer precios diferentes

dependiendo del perfil que maneje el cliente. En adicional a ello, se podrían considerar otro tipo de variables para diferenciar el precio, tal como riesgo del cliente, historial con la empresa, canal de venta del producto, entre otros. Como se menciona en el estado del arte, el modificar el precio tiene un impacto más rápido que gestionar costos, ya que implica mejorar la tecnología actual para generar ahorros en los costos.

- La fijación de precios tienen mucha relación con la gestión de ingresos, ya que viene a ser el proceso final para realizar a venta efectiva del producto. Además, a partir de los costos del producto, la empresa decide cuánto más desea ganar por la venta del producto, siempre y cuando compita de manera eficiente en el mercado donde se desenvuelve. Para realizar la medición oportuna de que tan buena está siendo la gestión de fijación de precios, se pueden analizar diversos indicadores de rentabilidad, tales como el ROA o el ROE, ambos manejan como numerador las ganancias netas después de descontar los impuestos inclusive.



BIBLIOGRAFÍA

Ambrosini, D. (1992). *Introducción a la banca*. Lima, Perú: Universidad del Pacífico.

Bank for International Settlements. (2010). *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Basilea, Suiza: Autor.

Bank for International Settlements. (2019a). *Calculation of RWA for credit risk*. Basilea, Suiza: Autor.

Bank for International Settlements. (2019b). *Minimum capital requirements for market risk*. Basilea, Suiza: Autor.

Bitran, G. & Caldentey, R. (2003). An overview of Pricing Models for Revenue Management. *Manufacturing & Service Operations Management*, 5(3), 203-229.
doi:10.1287/msom.5.3.203.16031

Blanchard, O., Amighini, A. & Glavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. (5a.ed.). Madrid, España: Pearson Education.

Gitman, L. & Zutter, C. (2012). *Principios de administración financiera*. (8a.ed.). México D.F., México: Pearson Education.

Hillier, F. & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. (9a.ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.

Lizarzaburu, E., Berggrun, L. & Quispe, J. (2012). Gestión de riesgos financieros. Experiencia en un banco latinoamericano. *Estudios Gerenciales*, 28(125), 96-103.
doi:10.1016/S0123-5923(12)70012-8

Maglaras, C. & Meissner, J. (2006). Dynamic Pricing Strategies for Multiproduct Revenue Management Problems. *Manufacturing & Service Operations Management*, 8(2), 136-148.
doi:10.1287/msom.1060.0105

Mishkin, F. (2008). *Moneda, banca y mercados financieros*. (8a.ed.). México D.F., México: Pearson Education.

Phillips, R. (2005). *Pricing and Revenue Optimization*. California, Estados Unidos de América: Stanford University Press.

Shim, J. (2019). Loan portfolio diversification, market structure and bank stability. *Journal of Banking and Finance*, 104, 1-116. doi:10.1016/j.jbankfin.2019.04.006

Strauss A., Klein, R. & Steinhardt, C. (2018). A Review of choiced-based Revenue Management: Theory and Methods. *European Journal of Operational Research*, 271(2), 375-387. doi:10.1016/j.ejor.2018.01.011

Tian, L., Ge, Y. & Xu, Y. (2018). A stochastic multi-channel revenue management model with time-dependent demand. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 465-471. doi:10.1016/j.cie.2018.10.003

Zhao, W. & Zheng, Y. (2000). Optimal Dynamic Pricing for Perishable Assets with Nonhomogeneous Demand. *Management Science*, 46(3), 333-450. doi:10.1287/mnsc.46.3.375.12063

