



COLEGIO
NACIONAL
DE ACTUARIOS

ACTUARIOS TRABAJANDO

REVISTA MEXICANA DE INVESTIGACIÓN ACTUARIAL APLICADA

q_x

μ_x

d_x

${}_tV_x$



A_x

l_x

\ddot{a}_x

p_x

Tabla de Contenidos

Carta editorial del presidente	4
---------------------------------------	----------

ACTUARIOS OPINANDO

La IFRS 17 y la Valuación de la LRC para Contratos de Reaseguro Cedido, no Proporcionales	9
--	----------

Pedro Aguilar Beltrán

ACTUARIOS TRABAJANDO

Análisis de costos directos e indirectos en el empleo formal en México de 2016-2023 derivado de las políticas del incremento al Salario Mínimo y los posibles incrementos para el 2025 al 2030	15
---	-----------

Mario César Serrano González, Antonio Valencia Trujillo, Fatima Yebra Mendoza, Juan Jorge Servín Sotres y Rodrigo Corominas Etchegaray

Medición de riesgo de mercado: Límites de sensibilidades para no exceder una pérdida máxima establecida	26
--	-----------

Christian G. Miranda Ruiz

Un reto pendiente en tiempos de cambio: una perspectiva de la inclusión financiera en México	36
---	-----------

Jorge Luis Reyes García y Jennifer Casco Cortes

Generative AI-enabled assistant for pensions	46
Robert Hernández Martínez	

PREMIO NACIONAL DE ACTUARÍA

3^{er} lugar • Categoría Startups	56
Empoderando a la población activa informal a través de la protección financiera	
Iván David Vázquez Álvarez	

3^{er} lugar • Categoría Investigación	100
Propuesta de una nueva medida para riesgos extremos: Promedios Ponderados al Percentil del VaR	
Yael Aguilera Castillo	

2^{do} lugar • Categoría Investigación	120
Entrenando un algoritmo Light Gradient Boosting Machine para predecir la Cancelación Temprana de Pólizas de Seguro por Falta de Pago	
Diana Romo Carrillo	

POSGRADOS, CURSOS Y TALLERES	157
-------------------------------------	------------

Estimados colegas,

Cerramos un año 2024 que deja un cúmulo de acontecimientos significativos que cambian la política, tecnología, economía y nuestra sociedad, y que ciertamente influirán en las futuras generaciones y además redefinirán nuestra forma de trabajar y relacionarnos. Esto obliga al actuario a actualizarse, estar atento a la detección de nuevos riesgos, el manejo obligado de mayor información y datos, consolidar estrategias, estudiar más y afinar modelos para la toma de decisiones.

En esta edición se han conjugado artículos y trabajos de gran interés en diversos campos además de presentar las publicaciones ganadoras del Premio Nacional de Actuarial dentro del marco de CASA CONAC 2024 donde los ganadores seleccionaron tres temas: 1. Un ejercicio para predecir la cancelación temprana de pólizas de seguro por falta de pago, 2. Una propuesta para medir riesgos extremos con promedios ponderados al Percentil del VaR, 3. Y finalmente una invitación para consolidar una startup que permita mayor inclusión financiera a todos los niveles sociales.

Adicional a estos trabajos, se presenta un análisis interesante de la relación a los costos directos e indirectos en el empleo formal en México provenientes de los incrementos en salario mínimo en México y las implicaciones en el empleo formal y en el bienestar de los trabajadores. Se integra otro trabajo que revela la gran preocupación en la atención de la población creciente de pensionados y la necesidad de establecer formas amigables, económicas y confiables de proveer información sin sesgos a través del uso de las nuevas tecnologías de inteligencia artificial.

Seguido por la investigación relativa al riesgo de mercado y la invitación a monitorear a través de límites de sensibilidades por factores de riesgo que puedan calcular en escenarios muy adversos las pérdidas máximas.

Y finalmente, encontrarán una reflexión sobre las nuevas normas de Información Financiera (NIIF 17) relativo a la valuación de la reserva LRC en los contratos de reaseguro no proporcionales. La implementación de normas contables que permitan transparencia y el reporte financiero congruente en el mercado asegurador serán elementos prioritarios para conocer la fortaleza de las instituciones bajo estándares globales.

Los invito a revisar el material y publicar artículos en las próximas ediciones. Estamos trabajando para contar en los próximos meses con Identificadores de Objeto Digital (DOI por sus siglas en inglés) para que los artículos de nuestra revista queden registrados bajo estándares internacionales.

¡Por un año con muchas bendiciones!

Act. Elsa Lorena González Franyutti

Presidente del CONAC 2023-2025

EDITOR EN JEFE

José Daniel López Barrientos

CONSEJO EDITORIAL

Elsa Lorena González Franyutti

Mauricio Gabriel Arredondo Fernández Cano

Mónica Rocío Soler Alatorre

Francisco Javier Ruíz de la Peña Olea

Gerardo Javier Ledesma Chávez

Martha Guadalupe Pichardo Rojas

EDITORES ASOCIADOS

Christian Gabriel Miranda Ruíz

Ricardo Ibarra Lara

Claudia Feria Cuevas

CORRECCIÓN DE ESTILO

Ana Pamela Flores Herrera

DISEÑO GRÁFICO

Priscilla Camargo Bacha

ACTUARIOS TRABAJANDO, volumen 17, enero-junio 2025, es una publicación semestral editada por el **Colegio Nacional de Actuarios A.C.** Calle Prof. Miguel Serrano 21 int. PH1 (planta 9). Col. Del Valle. CP03100. Tel. (55) 5559 2903. <https://conacmexico.org.mx/>.

Editor responsable: Dr. José Daniel López Barrientos. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo no. 04-2024-052914242500-102. ISSN: 3061-7146. Ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Colegio Nacional de Actuarios, Dr. José Daniel López Barrientos. Calle Prof. Miguel Serrano 21 int. PH1 (planta 9). Col. Del Valle. CP03100. Fecha de última modificación: diciembre de 2024.

¡Tu aporte es necesario!

¡Queremos oírte!

¡Queremos saber de ti!

No dejes pasar la oportunidad de que tu voz profesional sea oída, y tus trabajos sean conocidos por los demás miembros de nuestro gremio.

Actuarios Trabajando

es una revista hecha por Actuarios, con Actuarios y para Actuarios, y necesita de tu aporte profesional con tu toque personal.

Los Actuarios certificados del CONAC obtienen horas de educación continua por sus contribuciones aceptadas para la revista.



Envía tus contribuciones a alguno de los miembros del Consejo Editorial, o escribe por correo-e a: info@conacmexico.org.mx



COLEGIO NACIONAL DE ACTUARIOS, A.C.

La Actuaría ha sido fundamental para el desarrollo, crecimiento y evolución del sector asegurador mexicano. El Colegio Nacional de Actuarios, A.C. (CONAC) fundado desde 1966, es la principal organización profesional que representa al gremio actuarial mexicano ante autoridades gubernamentales, organismos empresariales y asociaciones profesionales internacionales.

¡Acércate al CONAC, conoce los beneficios de ser miembro y forma parte de él!

TODOS LOS ACTUARIOS SON BIENVENIDOS

Puedes afiliarte a cualquiera de los siguientes **COMITÉS y/o SECCIONES PROFESIONALES**:

- Investigación y Desarrollo Actuarial
- Certificación
- Certificación en Pasivos Laborales
- Educación Continua
- Asuntos Académicos
- Relaciones Internacionales
- Peritajes Actuariales Oficiales
- Profesionalismo
- Ciencia de Datos
- Capital Humano
- Estándares de Práctica y Auditoría Actuarial
- Cambio Climático y Sustentabilidad

REQUISITOS PARA SER MIEMBRO CONAC:

- ◆ Envía por correo electrónico copia en formato PDF de tu Cédula Profesional, Título y CURP
- ◆ Solicitud de ingreso (descárgala en www.conacmexico.org.mx)
- ◆ Cubre la cuota de recuperación

¿Quieres certificarte?

Contamos la Idoneidad por parte de la Secretaría de Educación Pública.

Las áreas de certificación son en los campos de Vida, Accidentes, Enfermedades y Salud, Daños, Fianzas, y Pasivos Laborales.

Informes en info@conacmexico.org.mx

ACTUARIOS OPINANDO

La IFRS 17 y la Valuación de la LRC para Contratos de Reaseguro Cedido, no Proporcionales

Pedro Aguilar Beltrán



La IFRS 17 y la Valuación de la LRC para Contratos de Reaseguro Cedido, no Proporcionales

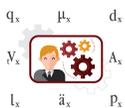
Pedro Aguilar Beltrán^{*,1}

*Colegio Nacional de Actuarios A.C.

RESUMEN El estándar de revelación de información financiera conocido como IFRS 17 o NIIF 17, establece las bases para la valoración de las obligaciones o pasivos de compañías de seguro y reaseguro. La valoración de obligaciones (reservas), se realiza considerando las características de cada uno de los contratos tanto de seguro como de reaseguro. Uno de los temas que es complejo, pero muy relevante, es el tema de la valoración de la reserva LRC (Liability for Remaining Coverage) de contratos de reaseguro no proporcional, ya que estos tipos de contratos son muy comunes en las operaciones de seguros generales (property) y su valoración tiene un gran impacto en el reconocimiento y revelación de obligaciones de las compañías de seguro o reaseguro. La reserva LRC se refiere a la reserva de obligaciones remanentes y corresponde a la reserva de riesgos en curso. El objeto del presente artículo es presentar el desarrollo y formulaciones actuariales que pueden aplicarse para una correcta valoración de la reserva LRC de contratos de reaseguro no proporcional.

Palabras clave

IFRS 17, Reserva LRC, Reaseguro no Proporcional



Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 6 de diciembre de 2024
Artículo formateado por María Fernanda Pliego Santos y Ana Jazmín Sánchez López, y comunicado por Elsa Lorena González Franyutti.
Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Los contratos de reaseguro mantenido o cedido se refieren a aquellos contratos de reaseguro que una compañía de seguros o reaseguro suscribe con otra entidad y mediante los cuales cede parte de los riesgos de seguros o reaseguro que emite. Los contratos de reaseguro mantenido (cedido), pueden ser de tipo proporcional o no proporcional y, en ambos casos, deben ser valorados para revelar el valor de las obligaciones (L_t) cubiertas por dichos contratos, debiendo entenderse que las son a favor de la tomadora del contrato, por lo que el valor de éstos corresponde a un activo que debe reflejarse en el Balance contable de la entidad.

De manera básica, la fórmula general para valorar actuarialmente los contratos de reaseguro, tanto en la reserva de primas (LRC)² como en la reserva de siniestros incurridos (LIC), mediante el método BBA (Building Block Approach), es:

$$LRC_t = \sum_{t=1}^T (v^t \times Flujo_t + AR_t).$$

Según el [International Financial Reporting Standards Foundation \(2019\)](#), para contratos de corto plazo (como es el caso), se puede utilizar un método simplificado conocido como PAA, el cual consiste en estimar la reserva como el diferencial entre las primas recibidas y las primas asignadas (devengadas), y en esos casos se puede prescindir de valores presentes, por lo que la LRC puede quedar como la suma de los flujos remanentes de los periodos futuros de vigencia k :

$$LRC_t = \left(\sum_{k=0}^{n-t-1} Flujo_{t+k+1} \right) + AR_t$$

Si, además, se cumple el supuesto de que los flujos son proporcionales al tiempo transcurrido y se pueden representar como proporción de la prima de cada contrato, entonces:

$$Flujo_{t+k} = \frac{t+k}{T} \times PE,$$

donde PE es la prima emitida que corresponde al total del periodo de vigencia del contrato, $t+k$ es el tiempo de duración del periodo de valuación $t+k$ (en días), y T es el tiempo total (en días) que estará vigente la obligación.

¹ Correo electrónico: pedroab140264@gmail.com

² Conocida también como Reserva de riesgos en Curso. Es relevante señalar que este concepto, en el caso de contratos de reaseguro, corresponde a un activo (pasivo negativo), ya que constituyen un derecho de la compañía a recuperar en el futuro, parte de sus obligaciones.

2. FORMULACIÓN DEL MÉTODO PAA PARA CONTRATOS DE REASEGURO NO PROPORCIONAL

Con base en lo anterior, dada la proporcionalidad de los flujos, la reserva LRC calculada bajo el método PAA, se puede expresar como la diferencia entre la prima emitida recibida y la prima ya asignada (devengada) hasta el momento de la valuación:

$$LRC_t = PER - \sum_{k=0}^{t-1} PA_{k+1} + AR_t$$

$$PA_k = PET \times f(k) = \frac{t_k}{T} \times PET,$$

donde PET es la prima emitida total que corresponde al periodo de vigencia del contrato, PER es la prima emitida recibida, PA_k es la prima signada (devengada) en el k -ésimo periodo, AR_t es el ajuste de riesgos en el t -ésimo periodo y $f(k)$ es la función de distribución de riesgo en el tiempo.

3. FORMULACIÓN DEL MÉTODO BBA PARA LA LRC DE CONTRATOS DE REASEGURO NO PROPORCIONAL

La fórmula del método PAA anteriormente planteada, funciona para la valoración de reservas de obligaciones remanentes de reaseguro cedido de contratos de reaseguro proporcional no onerosos, sin embargo, en el caso de contratos de reaseguro no proporcional o que cubren carteras de planes onerosos, la fórmula puede conducir a resultados incorrectos que afectarán a la compañía cedente, por lo que es necesario tener alguna forma de valoración que supere las limitaciones de la fórmula del método PAA.

La forma de valoración de los contratos de reaseguro debe mantener coherencia con los supuestos y la forma de valoración de los contratos subyacentes que cubre, lo cual es adecuado para contratos de reaseguro proporcional, ya que el riesgo subyacente guarda proporcionalidad con el riesgo implícito en el contrato de reaseguro mantenido, sin embargo, en el caso de contratos de reaseguro no proporcional, surgen aspectos que se alejan de ese supuesto y que deben analizarse ya que el método PAA puede presentar fallas relevantes en esos casos. Para ello veamos el análisis siguiente:

1. El primer aspecto que debe superarse es el relacionado con la prima asignada o devengada. Dado que los contratos de reaseguro son de corto plazo, si se aplica el método simplificado PAA, tomando como base,



la prima del contrato de reaseguro mejor conocida como costo de reaseguro $CR = PT$, la valoración de la LRC para ese tipo de contratos sería:

$$LRC_t = \left(CR - \sum_{k=0}^{t-1} PA_{k+1} \right) + AR_t$$

$$= \left(PT - \sum_{k=0}^{t-1} PA_{k+1} \right) + AR_t$$

$$PA_t = CR \times f(t)$$

En este punto, es relevante hacer notar que en contratos no proporcionales no es adecuado aplicar el supuesto de distribución uniforme de reclamaciones en el tiempo y de primas devengadas en proporción al tiempo transcurridos, ya que, para que se produzca una posible excedencia de la prioridad o deducible del contrato de reaseguro, se debe acumular la siniestralidad del periodo lo cual no podría ocurrir en la primera parte del tiempo de vigencia, por lo que la prima asignada no debe calcularse como una proporción uniforme y proporcional al tiempo transcurrido, es decir:

$$PA_t = PE \times f(t) \neq \frac{t_k}{T} \times PE$$

En estos casos lo más adecuado es utilizar una fórmula de devengamiento o asignación de prima, que permita devengar la mayor parte de la prima en la segunda parte de la vigencia del contrato de reaseguro, en coherencia con el riesgo implícito en la cobertura de dicho contrato de reaseguro, es decir que la prima asignada debería tener un patrón similar al siguiente:

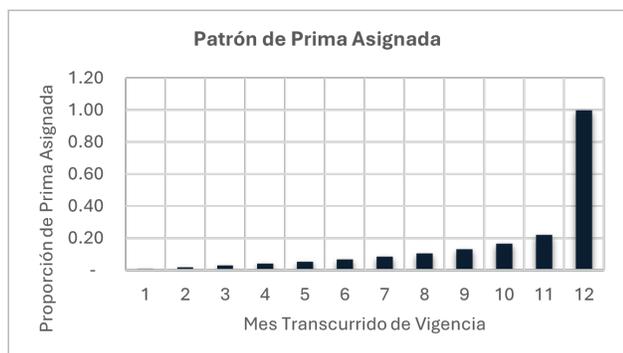


Figura 1 Patrón de Prima Asignada



q_x μ_x d_x
 N_x A_x
 l_x \ddot{a}_x p_x

2. El segundo aspecto relevante que tiene un gran impacto en los estados financieros de la compañía cedente, surge cuando el contrato de reaseguro cubre un grupo de contratos de seguros que se consideran onerosos (con pérdida potencial) y, por lo tanto, la obligación de la compañía no debe ser valuada conforme al método PAA, porque el valor del contrato de reaseguro no mantiene congruencia con la prima no devengada, sino con el valor esperado de la recuperación de obligaciones.

En tales casos, el valor del contrato de reaseguro podría expresarse mediante la fórmula de flujos del método BBA, donde dichos flujos deben ser una estimación del valor esperado de las recuperaciones futuras $E(rf)$ (las cuales se suponen ya netas de la prioridad o deducible D), ya que ello permitirá que la entidad cedente refleje de manera correcta las obligaciones que cubre dicho contrato de reaseguro, lo cual no se logra con el método PAA. En estos casos la formulación adecuada para la reserva LRC es:

$$LRC_t = \left(\sum_{k=0}^{n-t-1} Flujo_{t+k+1} \right) + AR_t$$

$$\sum_{k=0}^{n-t-1} Flujo_{t+k+1} = E(rf)$$

Ejemplo (omitiendo el valor del AR_t y otros supuestos como el costo de adquisición):

Para ilustrar la relevancia de este aspecto, suponga que se tiene un contrato de reaseguro que cubre una cartera de contratos de seguro, con una prioridad de 1 millón de dólares y una cobertura de exceso de pérdida, por encima de dicha prioridad, de 10 millones de dólares. El costo del contrato de reaseguro fue de 1 millón de dólares y dicho contrato se encuentra a mitad de la vigencia. La prima bruta de la cartera de planes de seguro fue de 4 millones de dólares. El grupo de planes de la referida cartera se considera oneroso y el valor esperado de las obligaciones futuras en este momento es de 8 millones de dólares.

Dado que el contrato de reaseguro se encuentra a la mitad de la vigencia, si dicho contrato se valuara mediante el método PAA tomando como base sólo la prima o costo del mismo, el valor de dicho contrato (como activo), calculado con el método PAA sería de 0.5 millones y el efecto neto a resultado (Pasivo menos Activo) para la compañía cedente sería de

$8 - 0.5 = 7.5$ millones lo cual es erróneo e impactaría a la compañía.

Si se aplica el Método BBA para valorar el contrato de reaseguro, entonces, considerando que el valor esperado de los flujos que se recuperarán del contrato de reaseguro es de 8 millones, la LRC (activo) asociada a dicho contrato debe ser 8 millones, en tanto que la LRC (pasivo) bruta sería de 8 millones. Con ello el efecto a resultados es de $8 - 8 = 0$ millones lo cual es correcto, ya que todas las obligaciones remanentes futuras están cubiertas por el contrato de reaseguro. Esta forma de valoración permite reconocer de manera justa y correcta, la forma en que la cobertura de reaseguro no proporcional cubre las obligaciones futuras de la compañía cedente.

4. CONCLUSIONES

La directiva IFRS 17 no contine formulaciones ni instrucciones específicas de cálculo de la LRC, por lo que queda a decisión del actuario, la realización de las formulaciones. En ese sentido, como pudo verse en las formulaciones anteriormente planteadas, los actuarios deben plantear, construir y aplicar los métodos que permitan valuar el valor correcto de los contratos de reaseguro no proporcional, de manera que reflejen el verdadero valor implícito en los mismos, teniendo para ello, que idear la forma en que las metodologías actuariales pueden cumplir con la directiva NIIF 17, y al mismo tiempo, hacer una valoración justa y correcta de dichos tipos de contratos, sin sesgos o limitaciones que provengan de enfoques “intuitivos, empíricos, costumbres o prejuicios” que no tengan un fundamento sobre la correcta valoración de los contratos de reaseguro no proporcional, a los cuales tradicionalmente se les ha considerado al margen de la valuación de las reservas, dada su naturaleza de cobertura no proporcional, sin tomar en cuenta la esencia y alcances que tienen dichos contratos, en la cobertura de obligaciones futuras de la cedente, especialmente cuando se hace una valoración de obligaciones que contempla escenarios de pérdidas que quedan cubiertas, en su mayor parte, por el contrato de reaseguro y, por lo tanto, deben afectar el resultado de la compañía en forma justa conforme al valor del riesgo transferido a dichos contratos.

REFERENCIAS

International Financial Reporting Standards Foundation, 2019 *Norma Internacional de Información Financiera 17-Contrato de Seguro*. International Financial Reporting

Standards Foundation, Consultado [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.



Pedro Aguilar Beltrán estudió la licenciatura en Actuaría en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Maestría en Seguros y Administración de Riesgos en el ITAM. Ha trabajado en la Comisión Nacional de Seguros como Inspector Actuarial (1991-1992), Jefe del Departamento Seguros de Personas (1992-1997), Subdirector de Vigilancia Actuarial de

Seguros de Personas (1997-1998), Director de Vigilancia Seguros de Personas, Daños y Fianzas (1998-2001) y actualmente se desempeña como Director General de Supervisión Actuarial.





¡Impulsa tu futuro como actuario certificado!



Da el siguiente paso en tu carrera, realizando el examen de certificación en 2025.

Certifícate y destaca en el gremio actuarial.

Ser actuario certificado abre las puertas a nuevas oportunidades y consolida tu experiencia.

Inscríbete a los exámenes de certificación de 2025 en las siguientes operaciones en Seguros y Fianzas

OPERACIONES	MODALIDAD		
Vida	Integral	Desarrollo de Notas Técnicas	Valuación de Reservas Técnicas
Accidentes y Enfermedades	Integral	Desarrollo de Notas Técnicas	Valuación de Reservas Técnicas
Daños	Integral	Desarrollo de Notas Técnicas	Valuación de Reservas Técnicas
Fianzas	Integral	Desarrollo de Notas Técnicas	Valuación de Reservas Técnicas
Prueba de Solvencia Dinámica (PSD)	Integral	N/A	N/A

Inscríbete
a las próximas fechas:



24
de enero



21
de febrero



28
de marzo

ACTUARIOS TRABAJANDO

Análisis de costos directos e indirectos en el empleo formal en México de 2016-2023 derivado de las políticas del incremento al Salario Mínimo y los posibles incrementos para el 2025 al 2030

Mario César Serrano González, Antonio Valencia Trujillo, Fatima Yebra Mendoza, Juan Jorge Servín Sotres y Rodrigo Corominas Etchegaray



Análisis de costos directos e indirectos en el empleo formal en México de 2016-2023 derivado de las políticas del incremento al Salario Mínimo y los posibles incrementos para el 2025 al 2030

Mario César Serrano González^{*1}, Antonio Valencia Trujillo^{*2}, Fatima Yebra Mendoza^{*3}, Juan Jorge Servín Sotres^{*4}, y Rodrigo Corominas Etchegaray^{*5}

*Grupo de Trabajo de Investigación de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores

RESUMEN Este análisis aborda el impacto económico y social de los incrementos al salario mínimo en México entre 2016 y 2023, así como proyecciones para 2025-2030. En respuesta a la necesidad de los profesionales en este ámbito, la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores (AMAC) creó el Grupo de Trabajo de investigación para evaluar los efectos en el bienestar de los trabajadores, los costos operativos empresariales, y la economía en general. Aunque los aumentos salariales buscaron mejorar el poder adquisitivo y reducir la pobreza, el impacto real ha sido limitado debido al aumento de precios y costos operativos. El análisis concluye que, aunque los aumentos salariales mejoraron ligeramente el bienestar, es esencial controlar la inflación y evaluar continuamente el impacto para evitar efectos negativos en la economía y el empleo formal.

Palabras clave

Salario Mínimo, Impacto Económico, Costos Directos e Indirectos



Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 6 de diciembre de 2024

Artículo formateado por Daniel Xaltepec Gutiérrez; y comunicado por Claudia Fera Cuevas.

Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

1. JUSTIFICACIÓN

El incremento al salario mínimo es una medida política y económica que tiene implicaciones profundas tanto en el bienestar de los trabajadores como en el funcionamiento de las empresas.

A continuación se mencionan algunos de estos puntos:

1. **Impacto en el bienestar de los trabajadores.** Los incrementos al salario mínimo están diseñados para mejorar el poder adquisitivo de los trabajadores y reducir la pobreza. No obstante, el efecto real de este incremento en el ingreso disponible de los trabajadores puede ser complejo. Es fundamental evaluar si el aumento al salario mínimo realmente se traduce en una mejora en la calidad de vida de los empleados o si está siendo contrarrestado por otros factores, como el aumento de precios.
2. **Efectos económicos en las empresas.** Las empresas, especialmente las pequeñas y medianas o aquellas donde la gran parte de sus empleados perciben ingresos muy cercanos al salario mínimo, a menudo enfrentan un aumento en los costos operativos debido al incremento del salario mínimo, ya que se ven obligados a hacer ajustes a los salarios muchas veces fuera de los presupuestos. Estos costos adicionales pueden llevar a ajustes en la estructura organizacional, incluyendo la reducción de personal, el aumento de precios de los productos y servicios, o la disminución de beneficios para los empleados. Analizar estos costos directos e indirectos es crucial para entender cómo las empresas se adaptan y para prever las posibles repercusiones en la economía en general.
3. **Evaluación de Políticas Públicas.** Para los responsables de la formulación de políticas, es esencial contar con datos empíricos sobre cómo las políticas de salario mínimo afectan a diferentes sectores de la economía. Esta investigación proporcionará información valiosa sobre el comportamiento en el empleo por las políticas actuales y contribuirá a la formulación de recomendaciones informadas para futuros ajustes.
4. **Desigualdad Regional y Sectorial.** El impacto del incremento al salario mínimo puede variar significativamente entre diferentes regiones y sectores

¹ Correo electrónico: mario.serrano@tspac.com.mx

² Correo electrónico: jose.valencia@mercer.com

³ Correo electrónico: fatima.yebra@tspac.com.mx

⁴ Correo electrónico: jservins@intercam.com.mx

⁵ Correo electrónico: rcorominas@kpmg.com.mx

económicos. Por ejemplo, los sectores productivos de manufactura podrían enfrentar mayores desafíos económicos que aquellos de los sectores de servicios. Examinar estas diferencias permitirá una comprensión más matizada del efecto del salario mínimo a nivel regional y sectorial.

En resumen, el análisis de los costos directos e indirectos del incremento al salario mínimo es esencial para comprender los efectos completos de esta política económica. La presente investigación proporcionará información crucial para la toma de decisiones estratégicas tanto en el ámbito gubernamental como empresarial.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Estimar los efectos económicos y sociales del incremento al salario mínimo en México del periodo 2016 a 2023, analizando cómo este cambio superior a la inflación impacta en la distribución de los trabajadores en el empleo formal, en su nivel de ingreso, y la dinámica del mercado laboral en diferentes regiones del país. La investigación busca proporcionar una visión sobre los costos directos e indirectos asociados con el aumento del salario mínimo por arriba de la inflación, así como realizar una estimación de los incrementos que se pudieran tener para alcanzar la propuesta por la presidente de México de los “100 Pasos para la transformación. Este objetivo abarca tanto los aspectos positivos como los desafíos que puede traer el incremento del salario mínimo, permitiendo una evaluación completa del impacto en distintas áreas.

3. HIPÓTESIS

El incremento al salario mínimo en México durante el periodo de 2016 a 2023 no ha conducido a un aumento significativo en el ingreso real de la población empleada en el sector formal. En cambio, este aumento ha resultado en mayores costos operativos para las Empresas, especialmente para las Empresas que tienen empleados con sueldos muy cercanos al piso que crean dicho salario, sin que se refleje una mejora proporcional en el poder adquisitivo de los empleados. Este efecto se debe a que los incrementos salariales han sido contrarrestados por un incremento en los precios de los bienes y servicios, y a un ajuste en las prácticas laborales y operativas de las empresas para mitigar los costos adicionales.



4. METODOLOGÍA

La investigación inicia con el análisis del comportamiento de la población económicamente activa en un empleo formal de los periodos 2016 a 2023 de la base de datos abierta del [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2023a\)](#). (No se realizó segregación de la población en la Zona Libre de la Frontera Norte). Se analizaron la [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2023\)](#), población de 15 años y más de edad, en el nivel de ingreso de 2016 a 2023, así como la Informalidad, contrastando esta última contra nuestra estimación considerando la población del IMSS y del ISSSTE.

Se realizó un ejercicio para contrastar el comportamiento de la población real y uno hipotético donde el salario mínimo se hubiera incrementado en línea con la inflación y su distribución de la población, a partir de 2017 hasta 2023, se hubiera comportado como lo hizo en 2016.

Generando los siguientes costos directos e indirectos:

1. Cálculo del Pasivo laboral de la prima de antigüedad con los siguientes supuestos:

- a) **Método de costeo:** Crédito Unitario Proyectoado.
- b) **Hipótesis económicas en términos nominales:**
 - 1) Tasa de descuento: 9.00 % fija todos los años.
 - 2) Tasa de incremento salarial de largo plazo: 5.50 %.
 - 3) Tasa de inflación de largo plazo: 4.00 %.
- c) **Hipótesis Demográficas:**
 - 1) Tabla de Mortalidad: EMSSA 09 Generacional.
 - 2) Tabla de Invalidez: EISS 97.
 - 3) Tabla de rotación: Tabla AMAC Mercado general.
 - 4) Proporción de despido: 10 %.
- d) **Hipótesis adicionales:**
 - 1) Concentración de población en edad: 30 años: 49 %, 45 años: 36 %, y 55 años: 15 %.
 - 2) Concentración de la población por años de servicio: un año: 60 %, cinco años: 30 %, y 10 años: 10 %.
 - 3) Género de la población: Hombres.

2. Cálculo de las cuotas obrero-patronales al Seguro Social con los siguientes supuestos:



- a) Sin reforma del 2020.
- b) Con reforma del 2020.

3. Impuesto sobre Nómina con los siguientes supuestos:

- a) Criterio de Impuesto Sobre la Nómina vigente en 2023 para cada una de las Entidades Federativas.

4. Nivel de ingreso con los siguientes supuestos:

- a) Asumir una persona que siempre ganaba el salario mínimo de 2016 a 2023.

5. Nivel de gasto:

- a) Canasta Básica descontando servicios no alimentarios del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Se contrastó el nivel de ingreso y el nivel de gasto en términos reales.

5. RESULTADOS

La evolución del salario mínimo en México del 2016 a 2023 ha sido un parteaguas en el entorno laboral en el País, que ha generado un mayor ingreso para el sector formal y costos directos e indirectos para los Patrones.

Como se podrá observar en la Tabla 1, el incremento al salario mínimo mayor a la inflación ha provocado que la brecha que existe entre la UMA y el Salario Mínimo sean ya del 130 %.

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Sal. Min. Diario	\$73.04	\$80.04	\$88.36	\$102.68	\$123.22	\$141.70	\$172.87	\$207.44	\$248.93
Incremento Sal. Min.		9.60%	10.40%	16.20%	20.00%	15.00%	22.00%	20.00%	20.00%
UMA Diaria	\$73.04	\$75.49	\$80.60	\$94.49	\$86.88	\$89.62	\$96.22	\$103.74	\$108.57
Incremento UMA		3.36%	6.77%	4.83%	2.83%	3.15%	7.36%	7.82%	4.66%
Dif Sal Min-UMA		6.03%	9.63%	21.53%	41.83%	58.11%	79.66%	99.96%	129.28%

■ **Tabla 1** Elaboración propia con datos de [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2023a\)](#).

En las figuras 1 y 2 se puede apreciar que la Población Económicamente Activa en el empleo formal no se concentra en las mismas entidades federativas en las que radica, destacando a la Ciudad de México, Jalisco y Nuevo León como las tres entidades federativas que más empleo formal concentran, contrastando con los estados de Estado de México, Ciudad de México y Jalisco,

que concentran a la población en edad productiva. Dicha migración laboral pudiera generar gastos adicionales en transporte y alimentación diferenciados al lugar de residencia de los trabajadores o a los que se encuentran acostumbrados.

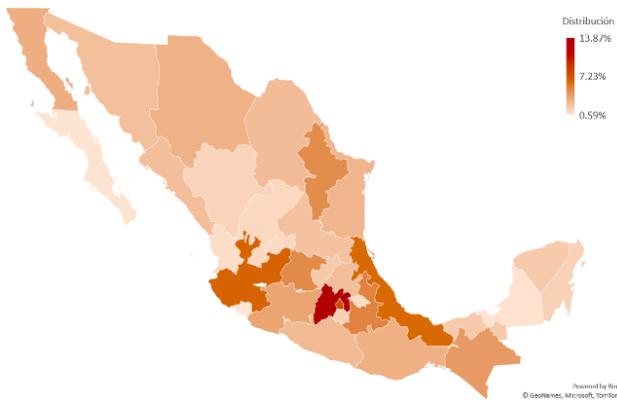


Figura 1 Distribución de la PEP en México en 2023. Fuente: Elaboración propia con datos de [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2021\)](#). Cuestionario Básico Población en Edad Productiva (15 años y más).



Figura 2 Distribución de la PEA en México 2023. Fuente: Elaboración propia con datos abiertos del [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2023a\)](#).

En las figuras 3 y 4, se presenta que el número de empresas y establecimientos formales e informales a nivel nacional se vio afectado principalmente por la pandemia de COVID-19 en los años 2020 y 2021, no pudiéndose

observar si existe algún otro factor que pudiera provocar la muerte de los establecimientos.

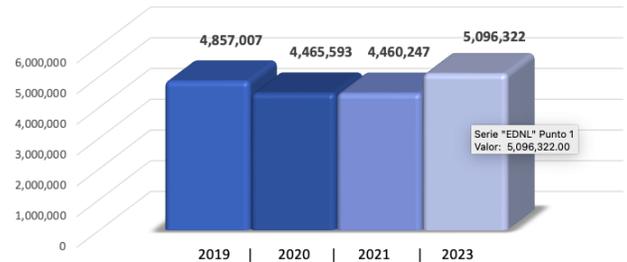


Figura 3 Número de establecimientos a nivel nacional 2019-2023. Corresponde a los establecimientos micro, pequeños y medianos de los sectores manufacturas, comercio y servicios privados no-financieros formales e informales. Fuente: [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2023a\)](#).

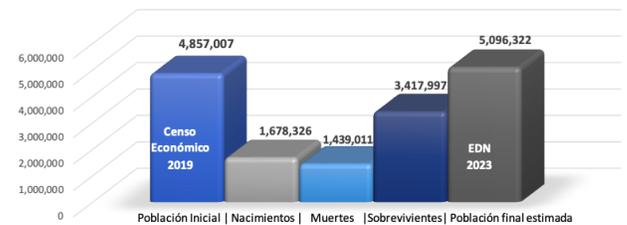


Figura 4 Número de Establecimientos a Nivel Nacional 2019-2023. Nota: Nacimientos / Muertes / Sobrevivientes (Monto acumulado 49 meses). Corresponde a los establecimientos Micro, Pequeños y Medianos de los sectores Manufacturas, Comercio y Servicios Privados no Financieros formales e informales. Fuente: [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2023a\)](#).

En cuanto al nivel de informalidad laboral en la 5 se puede destacar que el incremento al salario mínimo no ha provocado la reducción del empleo formal en la Nación. Otros factores, como la inversión pública en el gobierno anterior o la apertura comercial que ha traído el llamado efecto “nearshoring”, pudieran ser los causantes de la disminución de la tasa de informalidad, pasando del 58 % en el Q1 de 2016 al 54 % en el Q4 de 2023.





Figura 5 Tasa de informalidad laboral. Fuente: Elaboración propia con datos de: [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2023b\)](#).

Como se podrá observar en las Figuras 6 y 7, la distribución de la población en el sector formal con base en su nivel de ingreso se comenzó a concentrar de uno a dos salarios mínimos. Es decir, en 2016 la población que ganaba hasta dos salarios mínimos representaba un 36 %, pasando al 59 % para finales de 2023.

Esto significa que la población que antes no ganaba un salario mínimo fue alcanzada por dicho salario de referencia y que no necesariamente tuvieron un mayor ingreso derivado de los incrementos durante este periodo.

Por otro lado, esto implica que los tabuladores salariales comenzarán a tener presiones para ser ajustados, para que la brecha que existe entre un nivel y otro se mantenga, ya que el salario mínimo pudiera comenzar a alcanzar los primeros niveles de dicho tabulador o rebasarlos. Esto ejercerá presiones para las empresas; dentro de la consultoría, la mayoría de los clientes encuestados ya han comenzado a experimentar estos fenómenos en sus tabuladores.

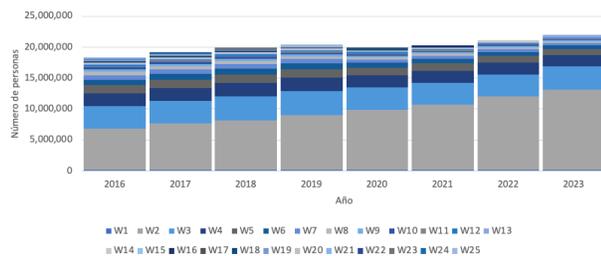


Figura 6 Distribución de la población en Salarios Mínimos 2016-2023. Fuente: Elaboración propia con los datos de: [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2023b\)](#).

Realizando el mismo ejercicio con la distribución de la población en términos de la UMA, en las Figuras 8 y 9 se

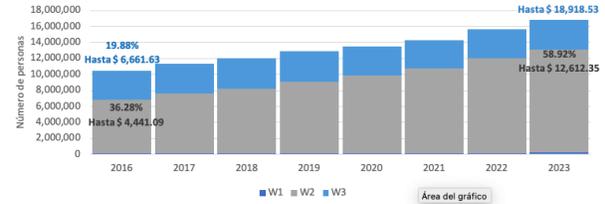


Figura 7 Distribución de la población en Salarios Mínimos 2016-2023 Primeros tres Niveles Salariales. Fuente: Elaboración propia con los datos de [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2023b\)](#). Cifras en términos mensuales (pesos de cada año)

puede observar que la concentración no se encuentra en la población que gana hasta \$12,612.35 en términos mensuales, sino que se concentra entre una y dos UUMMAA. Es decir, el 41 % de la población percibe entre \$6,308.00 y \$9,461.40 pesos.

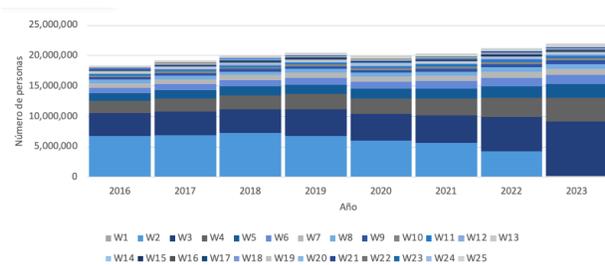


Figura 8 Distribución de la población en UUMMAA 2016-2023. Fuente: Elaboración propia con datos de [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2023b\)](#)

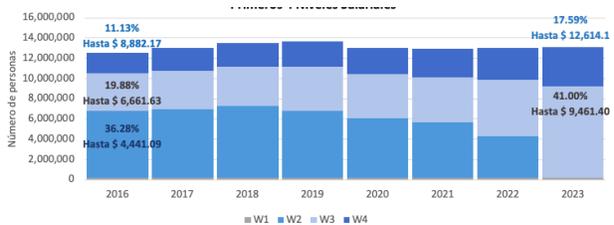


Figura 9 Distribución de la población UUMMAA 2016-2023. Primeros cuatro Niveles Salariales. Fuente: Elaboración propia con datos de [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2023b\)](#). Cifras en términos nominales mensuales (pesos cada año).

La Tabla 2 hace un resumen de la concentración de la población y su rango salarial máximo.

Salario Mínimo	\$2,221	\$2,434	\$2,687	\$3,122	\$3,747	\$4,309	\$5,257	\$6,308
Veces UMA	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Hasta 1	0.8% Hasta \$2,221	0.9% Hasta \$2,295	0.8% Hasta \$2,450	0.8% Hasta \$2,569	0.8% Hasta \$2,641	0.8% Hasta \$2,724	0.8% Hasta \$2,925	0.9% Hasta \$3,154
Entre 1 y 2	36.3% Hasta \$4,441	35.3% Hasta \$4,590	35.5% Hasta \$4,900	32.3% Hasta \$5,137	29.6% Hasta \$5,282	27.1% Hasta \$5,440	19.6% Hasta \$5,850	0.0% Hasta \$6,307
Entre 2 y 3	19.9% Hasta \$6,662	19.9% Hasta \$6,885	19.6% Hasta \$7,351	21.6% Hasta \$7,706	22.0% Hasta \$7,923	22.0% Hasta \$8,173	26.2% Hasta \$8,775	41.0% Hasta \$9,461
Entre 3 y 4	11.1% Hasta \$8,882	11.4% Hasta \$9,180	11.5% Hasta \$9,801	12.1% Hasta \$10,274	12.8% Hasta \$10,565	13.7% Hasta \$10,898	15.0% Hasta \$11,700	17.6% Hasta \$12,615
Entre 4 y 5	7.1% Hasta \$11,103	7.3% Hasta \$11,475	7.4% Hasta \$12,251	7.7% Hasta \$12,843	8.0% Hasta \$13,206	8.4% Hasta \$13,622	9.2% Hasta \$14,625	10.2% Hasta \$15,769
Entre 7 y 6	4.9% Hasta \$13,323	5.1% Hasta \$13,769	5.1% Hasta \$14,701	5.3% Hasta \$15,411	5.4% Hasta \$15,847	5.8% Hasta \$16,347	6.5% Hasta \$17,551	6.9% Hasta \$18,922

■ **Tabla 2** Cifras mensuales en términos nominales. Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Mexicano del Seguro Social (2023b).

Por otro lado, con base en la encuesta de nacional de ocupación y empleo, la percepción de la población que indica que gana un salario mínimo aumentó del 11% en el Q1 de 2016 a 41% en el Q1 de 2024, lo que constata que la población se comenzó a concentrar en un salario mínimo o bien de dos a tres UUMMAA. En la Figura 10 se presenta dicha evaluación a lo largo de los años:

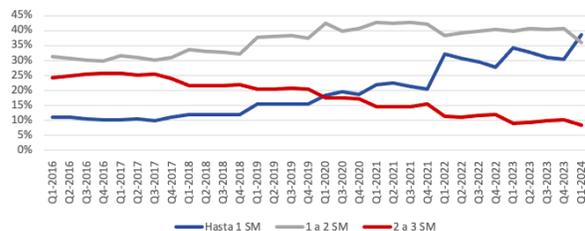


Figura 10 Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023).

Nivel de ingreso de la población:

En la Tabla 3 se presenta la evolución del ingreso de 2016 a 2023 contrastado con la Canasta Básica en el mismo periodo, donde se puede observar que el ingreso aumentó un 36% adicional a la inflación y que los productos alimentarios (Canasta Básica) aumentaron un 28%. Es decir, en términos netos, se obtuvo un aumento en el poder adquisitivo de la población del 8%.

Como se puede observar, en 2016 el salario de un trabajador no alcanzaba a cubrir la canasta básica alimentaria de una familia de 4 personas (4,400 vs 5,618). En 2023, el ingreso ya alcanza a cubrirla (9,400 vs 9,314). No obstante,

Nivel de ingreso*	
2016 (2 UMAs)	2023 (3 UMAs)
Hasta \$4,400 (36% de la población)	Hasta \$9,400 (Nominal) Δ 114% Adicional a la inflación: Δ 36% (41% de la población)
Canasta Básica (Valor monetario mensual para 4 personas en una Familia)**	
2016	2023
\$5,618	\$9,314 (Nominal) Δ 66% Adicional a la inflación: Δ 28%

■ **Tabla 3** Evolución del ingreso de 2016 a 2023. Año base: 2016. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2023b).

este dato no incluye servicios no alimenticios que, por su costo, pudieran no ser consumidos por la población.

Pasivo Laboral Contingente (Beneficio de la Ley Federal de Trabajo: Prima de Antigüedad):

El pasivo laboral que se analizó con detalle fue la Prima de Antigüedad, ya que dicho beneficio depende directamente del salario mínimo. Si se valuara a toda la población económicamente activa reportada al Seguro Social, representó un incremento de más del 40%, lo que en términos monetarios equivale a \$33,000 millones de pesos.

De igual forma, el costo anual de dicho pasivo laboral también se incrementó un 40%, lo que representa más de \$8,000 millones de pesos. En las Figuras 11 y 12 se presenta dicha evolución.

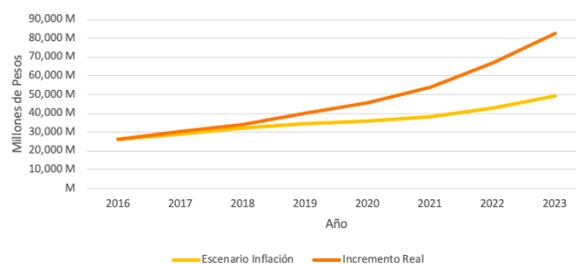
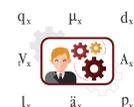


Figura 11 Impacto del Pasivo Laboral en México 2016-2023-OB (Prima de antigüedad). Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Mexicano del Seguro Social (2023c).





Fuente: Elaboración propia con datos abiertos del IMSS. Valuación Actuarial bajo CUP

Figura 12 Impacto del Pasivo Laboral en México 2016-2023-OB (Prima de antigüedad). Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto Mexicano del Seguro Social (2023c).

Impacto en las Cuotas Obrero-Patronales:

En 2023, el costo de las cuotas patronales al Seguro Social fue de \$239,000 millones de pesos más si se hubieran mantenido las condiciones de nivel salarial de 2016. En el acumulado de 2017 a 2023, este monto asciende a \$669,000 millones de pesos, de los cuales \$180,000 millones son aportaciones a las SIEFORES.

Respecto a las cuotas correspondientes a los empleados, en 2023 fueron \$35,000 millones de pesos más si se hubieran mantenido las condiciones de nivel salarial de 2016. En el acumulado de 2017 a 2023, este monto asciende a \$96,000 millones de pesos, de los cuales \$36,000 millones son aportaciones a las SIEFORES.

En otras palabras, indirectamente la población y las empresas pagan más cuotas al Seguro Social debido al aumento en el salario mínimo.

En la Figura 13 se presenta el impacto en las cuotas del lado del patrón, incluyendo la reforma del 2020. Por otro lado, en la Figura 14 se presenta el impacto en las cuotas del lado del empleado.

Impacto en el Impuesto sobre la Nómina:

Respecto al impuesto sobre la nómina, en promedio a nivel nacional se incrementó dicho impuesto en un 21% si no se hubiera incrementado el salario mínimo por arriba de la inflación. Las Entidades Federativas con mayor incremento fueron Baja California con un 37%, Quintana Roo con un 35% y Tabasco con un 35%. Por otro lado, las Entidades con un menor incremento fueron Morelos con un 7% y Campeche con un 9%.

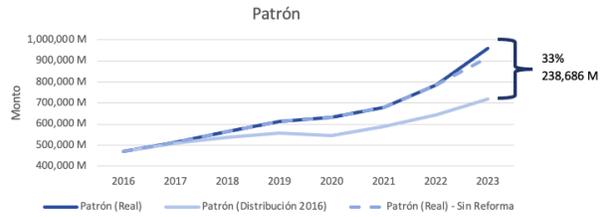
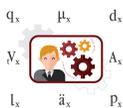


Figura 13 Impacto en las Cuotas Patronales del IMSS 2016-2023. Fuente: Elaboración propia con datos de: Instituto Mexicano del Seguro Social (2023b).



Figura 14 Impacto en las Cuotas del Trabajador del IMSS 2016-2023. Fuente: Elaboración propia con datos abiertos del IMSS.

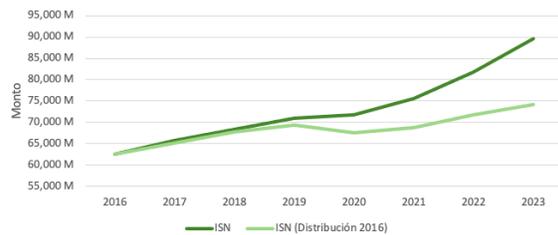


Figura 15 Impacto en el Impuesto Sobre Nómina 2016-2023. Fuente: Elaboración propia con datos abiertos del IMSS.

Estimación al 2030

Para poder estimar el incremento de los próximos años con base en la propuesta planteada por el Poder Ejecutivo de llevar a 2 veces la línea de pobreza para 2026 y de 2.5 veces la línea de pobreza al 2030, se modeló dicha línea de pobreza (canasta alimentaria más no alimentaria - Urbano) hasta el 2030, considerando dos métodos de estimación: un Modelo ARIMA y una Regresión Lineal. Los resultados obtenidos fueron muy similares.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de dicha estimación en términos nominales monetarios de cada año.

Año	Línea de Pobreza Mensual
2024	\$ 4,642.23
2025	\$ 4,786.20
2026	\$ 4,934.65
2027	\$ 5,087.69
2028	\$ 5,245.48
2029	\$ 5,408.17
2030	\$ 5,575.90

Pesos de cada año

■ **Tabla 4** Fuente: Elaboración propia con datos de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2023a) y Banco de México (2023).

Con dichos datos, se generaron los incrementos necesarios al Salario Mínimo para que en términos mensuales se cumpliera la meta de la propuesta, donde se tendría un incremento del 15% para los próximos 2 años (2025 y 2026), así como de 9% para los siguientes 4 años. Por otro lado, recientemente (octubre de 2024), la Mandataria indicó que se buscará tener un incremento de al menos 12% para 2025, por lo que se tendrían incrementos del 10.76% por los próximos 5 años posteriores para poder cumplir con el objetivo de llevar al salario mínimo a 2.5 veces la línea de pobreza.

En las Figuras 16 y 17 se presentan dichas proyecciones.



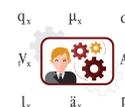
Figura 16 Proyección Salario Mínimo 2025-2030- Escenario Original. Fuente: Elaboración propia con datos de: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2023a); Banco de México (2023).



Figura 17 Proyección Salario Mínimo 2025-2030- Escenarios Octubre 2024. Cifras en términos nominales. Fuente: Elaboración propia con datos de: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2023a); Banco de México (2023).

En caso de que estos incrementos se dieran, podrían provocar que el pasivo laboral del beneficio de la prima de antigüedad se incremente en un 30%, así como un costo laboral para las empresas en el mismo porcentaje, generando costos indirectos adicionales a las presiones en sus tabuladores salariales. Por lo tanto, es importante que los incrementos que se realicen año con año se apoyen en estudios sobre los posibles impactos en el mercado laboral, para evitar generar desempleo, aumento de costos e inflación.

Por último, la Tabla 5 presenta los posibles incrementos en términos nominales y reales considerando la información hasta octubre de 2024:



Año	Escenario Original nominal	Escenario Original real	Escenario Modificado nominal	Escenario Original real
2025	15.00%	10.58%	12.00%	7.69%
2026	15.00%	11.65%	10.76%	7.53%
2027	9.00%	5.83%	10.76%	7.53%
2028	9.00%	5.83%	10.76%	7.53%
2029	9.00%	5.83%	10.76%	7.53%
2030	9.00%	5.83%	10.76%	7.53%
2031	3.00%	0.00%	3.00%	0.00%

■ **Tabla 5** Fuente: Elaboración propia. Vectores sugeridos a utilizarse en las valuaciones actuariales considerando la información hasta octubre de 2024, no obstante, la hipótesis de incremento al salario mínimo será acordada entre cada Empresa y su Consultor.

6. CONCLUSIONES

- La población que ganaba entre uno y dos salarios mínimos pasó del 36 % al 59 %:
 - Presión en los tabuladores salariales de las compañías.
 - Concentración de la población en un salario mínimo ahora es del 41 %.
 - No existe evidencia contundente de que el cierre de negocios en México se deba a los costos generados por el incremento al salario mínimo.
 - El poder adquisitivo ganado fue marginal; sería fundamental controlar los efectos de la inflación para que los incrementos al salario se reflejen en un mayor ingreso real para los trabajadores.
- Bajo nuestro análisis y supuestos:
 - El pasivo laboral por primas de antigüedad incrementó aproximadamente un 40 %.
 - Las cuotas al IMSS se incrementaron un 37 % para el empleado y un 33 % para el patrón.
 - El impuesto sobre nómina se incrementó en un 21 % en promedio.
- Con base en el libro de [Sheinbaum Pardo \(2024\)](#), el incremento al salario mínimo de los próximos dos años debería de estar en los rangos del 15 % y, posteriormente, cuatro años en los rangos del 9 %.

REFERENCIAS

Banco de México, 2023 Informe trimestral. Banco de México Disponible .



Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2023a Líneas de pobreza por ingresos. Disponible [aquí](#).

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2023b Página principal del coneval. Disponible [aquí](#).

Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023a Conjunto de datos abiertos del imss. Disponible [aquí](#).

Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023b Conjunto de datos abiertos del imss. Disponible [aquí](#).

Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023c Valuaciones actuariales. Disponible [aquí](#).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023 Encuesta nacional de ocupación y empleo. población de 15 años y más. Disponible [aquí](#).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021 Censo de población y vivienda 2020. Disponible [aquí](#).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023a Boletín de la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares (enigh) 2023. Disponible [aquí](#).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023b Indicadores económicos y sociales. Disponible [aquí](#).

Sheinbaum Pardo, C., 2024 *100 pasos para la transformación*. Movimiento de Regeneración Nacional, Ciudad de México.



Mario César Serrano González cuenta con más de 18 años de experiencia en consultoría actuarial en compensaciones y programas de beneficios para empleados para empresas nacionales e internacionales, así como en consultoría de inversiones de los activos de los planes de pensiones. Cuenta con gran experiencia en valuaciones actuariales y de financiamiento bajo las normas contables IFRS, ASC715/712, NIF D-3, así como en

proyectos de diseño, rediseño de planes de pensiones, armonización de beneficios y en fusiones y adquisiciones de empresas nacionales e internacionales. Experto en la realización de proyectos de ALM para empresas transnacionales. Cuenta además con amplia experiencia y cuenta con las credenciales y certificaciones para fungir como Perito en materia de Pensiones y Pasivos Laborales Contingentes ante el Centro Federal de Conciliación y Registro Laboral. Recibió los títulos de Actuario, Maestro en Economía y Diplomado en Finanzas, Administración y Mercadotecnia por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México, y un diplomado en Pensiones por la

Asociación Mexicana de Actuarios Consultores. Es miembro del Colegio Nacional de Actuarios, de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores, está certificado en Pasivos Laborales Contingentes por el CONAC y la CONSAR. Es secretario del Consejo Directivo de la AMAC en los periodos de junio 2020 a mayo 2022, preside el Consejo Directivo de la AMAC de junio 2022 a mayo 2024 y ha desarrollado trabajos de investigación sobre Beneficios de los Empleados.



Antonio Valencia Trullillo es Hub Leader para Latino América en Mercer, siendo responsable de los servicios actuariales. Cuenta con más de 18 años de experiencia en el diseño, valuación, administración, inversión y comunicación de planes privados de pensiones. Es un consultor actuarial especialista en beneficios

a empleados. Cuenta con experiencia brindando asesoría a empresas transnacionales, públicas y privadas, así como a organismos gubernamentales y sindicatos. Antonio obtuvo la certificación actuarial en pasivos laborales contingentes por el Colegio Nacional de Actuarios hace diez años, está autorizado por la CONSAR para dictaminar planes privados de pensiones y cuenta con un diplomado en pensiones por la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores. También pertenece al grupo de actuarios dedicados a Pensiones, Beneficios y Seguridad Social dentro de la Asociación Actuarial Internacional. Desde hace más de 14 años es profesor de pensiones privadas en la facultad de ciencias de la UNAM.



Fatima Yebra Mendoza cuenta con experiencia en consultoría actuarial y análisis de datos para la valuación actuarial de beneficios de empleados, colaborando en proyectos para empresas nacionales e internacionales. Estudió Actuaría en la Universidad Nacional Autónoma de México y complementó su formación con un diplomado en Finanzas y Técnicas

Computacionales en la misma universidad, así como con un curso en Finanzas Internacionales avalado por el Colegio Nacional de Actuarios. Fatima ha adquirido conocimientos en el manejo y análisis de bases de datos actuariales y en la actualización de reportes contables para beneficios de empleados bajo las normas IFRS, ASC715/712, NIF D-3. Su preparación y habilidades en

técnicas computacionales y financieras le permiten contribuir eficazmente en proyectos de valuación actuarial. Está interesada en fortalecer su trayectoria en la consultoría actuarial y forma parte activa del equipo de TSP Actuarial Consulting, aplicando una perspectiva analítica y habilidades técnicas para contribuir a los objetivos de cada proyecto.



Juan Jorge Servín Sotres es Director Asociado Actuarial en INTERCAM, Agente de Seguros y de Fianzas. Su objetivo es impulsar el crecimiento sostenible del área de Servicios Actuariales mediante la implementación de estrategias operativas y comerciales de acuerdo con la misión, visión y valores del Grupo Financiero.

Anteriormente ocupó las posiciones de Director de Desarrollo de Nuevos Negocios en BNP Paribas Asset Management México y Director en el área de Wealth en Mercer México. Es egresado de la Lic. en Actuaría por el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Cuenta con 28 años de experiencia asesorando a compañías del sector privado, empresas productivas del estado, instituciones de seguridad social, así como a autoridades en materia de pensiones, ahorro para el retiro y salud. Siempre enfocado tanto en el adecuado diseño de los regímenes como en la estrategia de inversión de los activos destinados para hacer frente a las obligaciones. Fue Vicepresidente de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores durante el bienio Junio 2022 a Mayo 2024 y presidió la misma asociación el bienio 2012-2014.



Rodrigo Corominas Etchegaray es actuario por el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Es socio de KPMG desde hace más de trece años. Cuenta con más de 22 años de experiencia en la elaboración y auditoría de valuaciones actuariales de pasivos laborales contingentes bajo MEX GAAP, US GAAP e IFRS, así como en el diseño e implementación de diferentes planes de beneficios para empleados. Actualmente se desempeña como Socio

líder del área de Actuaría Obligaciones Laborales y Beneficios para Empleados, y representa a Latinoamérica en el IFRS Topic Team en KPMG a nivel internacional.



ACTUARIOS TRABAJANDO

Medición de riesgo de mercado: Límites de sensibilidades para no exceder una pérdida máxima establecida

Christian G. Miranda Ruiz



Medición de riesgo de mercado: Límites de sensibilidades para no exceder una pérdida máxima establecida

Christian G. Miranda Ruiz¹

[†]Comité Ciencia de Datos

RESUMEN Este artículo aborda una manera práctica para la medición de riesgo de mercado a través de límites de sensibilidades para no exceder una **pérdida máxima objetivo**, el enfoque es (1) simular N carteras que cumplan estos límites, (2) despejar su inversión, (3) por cualquier método calcular un Valor en Riesgo a un nivel de α definido, (4) teniendo así un vector de pérdidas máximas esperadas, y (5) obtener un cuantil a un nivel definido α' para validar que este no exceda la **pérdida máxima objetivo**.

Palabras clave

Riesgo financiero, simulación, sensibilidad, riesgo de mercado

Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios

Última actualización del manuscrito: 20 de diciembre de 2024

Artículo comunicado por Elsa Lorena González Franyutti.

Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

¹c.miranda@ciencias.unam.mx



1. DEFINICIONES BÁSICAS

Riesgo de Mercado

El riesgo de mercado se refiere al riesgo de que el valor de un instrumento o cartera de inversión disminuya por cambios en sus valores, tales como: **acciones, tasas de interés, tipos de cambio, materias primas, y la volatilidad implícita** en estos.

Instrumento de Inversión

Denotemos a C como el valor de un instrumento de inversión arbitrario, el cual lo definimos como:

$$C := K \cdot f(S, r, t, \sigma)$$

Donde:

- K = Monto a invertir
- S = Precio del subyacente
- r = Tasa de interés
- t = Plazo de vencimiento
- σ = Volatilidad del subyacente
- f = Función de valoración del instrumento de inversión

Curva tasa cupón cero

Es una representación gráfica donde se muestra la estructura temporal de los rendimientos de los cupones y/o rendimientos de los bonos del tesoro, mercado monetario, swaps, etc., respecto a sus diferentes plazos de vencimiento.

Superficie de volatilidad

La superficie de volatilidades es la relación que existe entre la volatilidad implícita de opciones con diferentes strikes y vencimientos.

2. MEDIDAS DE RIESGO DE MERCADO

Sea x la variable aleatoria de las pérdidas y ganancias bajo una función de distribución $F_X(\cdot)$. Las medidas más comunes de riesgo son:

- Pérdida o ganancia esperada:

$$PE = E(x)$$

- Capital Económico:

$$CE_\alpha = VaR_\alpha - PE$$

- Valor en riesgo:

$$VaR_\alpha = \inf\{l \in \mathbb{R} : F_X(l) \geq \alpha\}$$

- Valor en riesgo condicional:

$$CVaR_\alpha = E(x|x \geq VaR_\alpha)$$



Figura 1 Medidas de riesgo de mercado.

3. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE RIESGO DE MERCADO

Las etapas generales para estimar las distribuciones de pérdidas y ganancias de un instrumento o cartera de inversión son:

1. Identificar los factores de riesgo.
2. Estimar la distribución de probabilidad de los cambios en los factores de riesgo en un horizonte de inversión.
3. Construir la distribución de probabilidad evaluando los cambios anteriores en la valoración del instrumento o cartera de inversión.
4. Calcular las medidas de riesgo deseadas de las posiciones individuales y de toda la cartera de inversión.

Existen dos métodos principales para estimar las distribuciones de pérdidas y ganancias:

- **Métodos Paramétricos:** Reevaluación analítica, como Delta-Normal, Delta-Gamma, Delta-Gamma-Normal y Delta-Gamma-Cornish Fisher.
- **Métodos de Simulación:** Reevaluación completa, como Simulación Histórica (sin alisado, con alisado) y Monte Carlo, con técnicas como Componentes Principales y Cholesky.



4. CÁLCULO DE SENSIBILIDADES

Sensibilidades puntuales

La ****sensibilidad puntual**** de un instrumento de inversión es el impacto que tiene ante el cambio puntual en alguno de sus factores de riesgo. Es decir, la pérdida o ganancia que se tendría al cambiar el valor del factor de riesgo "x" en "y" unidades.

$$\Delta_S = K (f(S \cdot (1 + \delta), r, t, \sigma) - f(S, r, t, \sigma))$$

$$\Delta = K (f(S, r + \delta, t, \sigma) - f(S, r, t, \sigma))$$

$$\Theta = K (f(S, r, t + \theta, \sigma) - f(S, r, t, \sigma))$$

$$v = K (f(S, r, t, \sigma + \delta) - f(S, r, t, \sigma))$$

Donde:

- δ comúnmente se iguala a 100 puntos base, 100pb = 1% = 0.01.
- Para θ , se mide en días, siendo común que $\theta = 1$.
- Todas las sensibilidades puntuales se expresan en cantidades monetarias.

Riesgo base

El riesgo base es el riesgo de que la cobertura utilizada no cubra exactamente los movimientos adversos a la posición. Es decir, si $\Delta_{c1} \cdot \Delta_{c2} < 0$, entonces el riesgo base es:

$$RB = \text{mín}\{|\Delta_{c1}|, |\Delta_{c2}|\}$$

Si no, RB = 0.

Sensibilidad a factores de riesgo

En la práctica, la mayoría de los instrumentos de inversión son sensibles a los factores de riesgo descritos a continuación:



Moneda	Cupon cero	Sensibilidad a:
MXP	CETES	O(TI), FW, B, FT, SW
MXP	FORWARD	FT(TC), CCS, O(TC), FW(TC)
MXP	TIIE	SW, B, OPC(TI), FT, FW
USD	GUBER	O(TI), FW, B, FT, SW
USD	BASIS	FT(TC), CCS, O(TC), FW(TC)
USD	LIBOR	SW, B, O(TI), FUT, FW

Tipo	Superficie	Sensibilidad a:
EQ	IPC	O, SWP
EQ	SPX500	O, SWP
IR	TIIE	O, SWP
IR	LIBOR	O, SWP
FX	USD-MXP	O, SWP
FX	EUR-MXP	O, SWP

Adicionalmente, los instrumentos son sensibles a posiciones en tipo de cambio (MXP-USD, MXP-EUR) y a acciones e índices (IPC, SPX500).

En las grandes casas de bolsa y/o bancos, se generan las sensibilidades por plazo, moneda y tipo de factor de riesgo (curva, superficie, tipo de cambio, acción, materia prima). Ejemplo de sensibilidades a 100 puntos base expresadas en millones:

Curva	7d	360d	720d	Total
CETES	25	-46	23	2
FORWARD	-60	8	-20	-72
TIIE	110	-85	46	71
TOTAL	75	-116	49	1
LIBOR	12	-6	81	88

Superficie	7d	30d	180d	Total
MXN_USD	68	49	-81	36
MXN_EUR	-24	7	-9	-26
TOTAL	44	56	-90	10
MXN_IPC	-27	-6	85	52

Tipo	Factor	Sensibilidad
EQ	IPC	258
FX	MXP-USD	125

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Problema

Las preguntas clave a resolver son las siguientes:

1. ¿Cómo asegurarse de **no exceder un límite de pérdida diaria**?
2. ¿Cómo se puede **monitorear** lo anterior de forma **eficiente**?
3. ¿Cómo explicarlo para que sea **fácil de entender** a la alta dirección?

Recursos propios

Aprovechar los recursos actuales en las grandes casas de bolsa, operadoras y bancos en el manejo de instrumentos de inversión es una cuestión vital. En este sentido, dichas instituciones siempre tienen una **estructura de sensibilidades** por factores de riesgo:

- Curvas de tasas de interés (por plazo, moneda, brechas, riesgo base).
- Superficies de volatilidad (por plazo, moneda, brechas, riesgo base).
- Tipo de Cambio por equivalencia.
- Acciones por subyacente.

En general, las instituciones tienen históricos de sus factores de riesgo.

Límites de pérdida diaria por factor de riesgo

En todas las instituciones financieras donde se operan instrumentos de inversión se tienen límites de pérdida a varios horizontes de tiempo y por distintos ejes, los más comunes son:

1. Límite de pérdida diario por tasa de interés por moneda (IR).
2. Límite de pérdida diario por volatilidad en derivados (VOL) por subyacente.
3. Límite de pérdida diario por acciones (EQ).
4. Límite de pérdida diario por tipo de cambio (FX).

Límites de Pérdida diaria MX\$ Millones	
IR MXP	395
IR USD	30
EQ	230
FX	35
VOL EQ	15
VOL FX	70
VOL IR	45
Total	410

6. SOLUCIÓN PROPUESTA

Metodología

1. Plantear una estructura de límites de sensibilidad (a δ puntos base) por factor de riesgo y sus ejes (plazo, moneda, tramo, riesgo base, totales).
2. Simular N vectores de sensibilidades que cumplan con la estructura propuesta de límites.
3. A partir de las sensibilidades simuladas, despejar su inversión implícita basada en su factor de riesgo e instrumento supuesto.



- Escoger un método de estimación de pérdidas y ganancias para aplicar a cada escenario de sensibilidades simuladas.
- Obtener una medida de riesgo por escenario de sensibilidades simulado por el método seleccionado anteriormente que nos permita comparar la pérdida máxima establecida en dicho escenario de sensibilidades simulado.
- Obtener el percentil a un nivel α de las medidas de riesgo simuladas asociadas a los escenarios de sensibilidades simulados. Si dicho valor es menor o igual al límite de pérdida máxima correspondiente, los límites serán correctos. En caso contrario, se corrige la estructura y se inicia el proceso de nuevo.

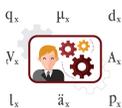
Estructura de límites de sensibilidad

La estructura de límites de sensibilidad más complicada de plantear es la de **curvas tasas de interés**, la cual se debe definir con base en los siguientes ejes:

- Límite de sensibilidad por **Plazo por moneda**.
- Límite de sensibilidad por **Tramo por moneda**.
- Límite de sensibilidad por **Riesgo Base por tramo y por par de curvas**.
- Límite de sensibilidad por **Moneda total**.
- Límite de sensibilidad **Global** (suma de todas las sensibilidades por todas las curvas por todos los ejes).

Notas

- Los límites para todos estos ejes se pueden obtener analizando el histórico de los **valores absolutos** de las sensibilidades a los niveles (ejes) deseados y obtener un valor máximo (o percentil) por eje. O bien, se puede suponer por *juicio experto* los límites de todos los ejes propuestos.
- Los **totales** por tramo, moneda y global pueden ser **menores** que la suma de los límites individuales, esto es para asegurar que algunas sensibilidades se eliminen entre sí en los plazos y ejes correspondientes.



Ejemplo de límites curva cupón cero

A continuación se presenta un ejemplo de la estructura de límites de sensibilidad a las curvas cupón cero de tasas de interés, organizada en diferentes ejes.

Límites de Sensibilidad por Plazos (Tasa de Interés) MXP Millones					
Moneda	91	182	...	7200	10800
MXP	240	240	...	328	54.66
USD	59.5	59	...	111.3	18.5

Límites de Sensibilidad por Tramo Direccional (Tasa de Interés) MXP Millones			
Moneda	[0, 365]	(365, 1800]	(1800, 10800]
MXP	800	750	800
USD	370	340	470

Límites de Riesgo Base por Tramo (Tasa de Interés) (Tasa de Interés) MXP Millones			
Moneda	[0, 365]	(365, 1800]	(1800, 10800]
Cetes vs Fwd	314	661	758
Fwd vs TIIE	314	661	758
TIIE vs Cetes	626	694	592

Límites de Sensibilidad por Moneda (Tasa de Interés) MXP Millones	
Moneda	Límite Total
MXP	1250
USD	580

Límite de Sensibilidad Total (Tasa de Interés) MXP Millones
1500

El valor del límite y , por todos los ejes, implica que las sensibilidades simuladas estén entre el intervalo $[-y, y]$.

Estructura de límites de superficie de volatilidades

La estructura de límites de sensibilidad de **superficies de volatilidades** se establece por los siguientes ejes:

- Límite de sensibilidad por **cercanía de strike** (*In the money, Out of the money*).
- Límite de sensibilidad por **subyacente y plazo**.
- Límite de sensibilidad por **tipo de subyacente** (IR, EQ, FX).

Ejemplo (Superficie *At the money*)

A continuación se muestra un ejemplo de los límites de Vega en la renta variable y tipo de cambio.

Límites de Vega					
Renta Variable por Plazos MXP Millones					
Subyacente	30	91	182	365	720
IPC	0.4	0.4	0.4	0.8	1.9
SPX500	0.35	0.35	3	0.1	0

Límite de Vega Total	
Renta Variable MXP Millones	
4.20	

Límites de Vega					
Tipo de Cambio MXP Millones					
Subyacente	30	91	182	365	720
USD-MXP	14	20.5	28	14	14
EUR-MXP	5.1	75	10.3	5.1	5.1

Límite de Vega Total	
Tipo de Cambio MXP Millones	
25	

subseccionEstructura de límites de tipo de cambio y acciones La estructura de límites de sensibilidad de **tipo de cambio** (FX) y **acciones** (EQ) se establece con base en los siguientes ejes:

1. Límite de sensibilidad por subyacente (qué acción o qué tipo de cambio).
2. Límite de sensibilidad por tipo de subyacente (EQ, FX).

Ejemplo: Límites de sensibilidad por EQ y FX

A continuación se presentan ejemplos de los límites de sensibilidad tanto por renta variable (EQ) como por tipo de cambio (FX):

Límites de Sensibilidad	
Posición en Renta Variable MXP Millones	
IPC	64
SPX500	35
Límite Total	84

Límites de Sensibilidad	
Posición de Tipo de Cambio MXP Millones	
USD-MXP	47.20
EUR-MXP	10
Límite Total	45

El valor del límite y , por todos los ejes, implica que las sensibilidades simuladas estén entre el intervalo $[-y, y]$. Aplican las mismas notas de curvas de tasas de interés.

7. SIMULACIÓN DE SENSIBILIDADES

Vector de sensibilidades

Para simular las sensibilidades que cumplan con la estructura de límites establecida, se requiere crear un vector $L_{1 \times p}$ donde cada entrada de este vector sea el eje más bajo de la estructura de límites, es decir:

$$L = \{ \{LC_{i,j}\}, \{LS_{h,k}\}, \{EQ_a\}, \{FX_b\} \}$$

$$\{i = 1, \dots, n\}, \{j = 1, \dots, m\}, \{h = 1, \dots, r\}, \{k = 1, \dots, s\},$$

$$\{a = 1, \dots, c\}, \{b = 1, \dots, d\} \Rightarrow p = mn + rs + c + d$$

Donde: - $LC_{i,j}$ es el límite de la curva i en el plazo j . - $LS_{h,k}$ es el límite de la superficie h en el plazo k . - EQ_a es el límite de la acción a . - FX_b es el límite del tipo de cambio b .

Algoritmo de simulación

Para simular las sensibilidades, seguimos los siguientes pasos:

1. Simular un vector aleatorio Y con distribución $U[-1, 1]$.
2. Crear un vector S , multiplicando cada columna de L por cada columna de Y , tal que si:

$$L = (l_1, \dots, l_p) \quad y$$

$$Y = (y_1, \dots, y_p) \Rightarrow S = (l_1 y_1, \dots, l_p y_p)$$

3. Si S cumple con todos los límites establecidos en la sección anterior, ir al siguiente paso; si no, regresar al paso 1.
4. Incluir como fila el vector S en la matriz X .
5. Repetir desde el paso 1 hasta que X sea de dimensión $N \times p$ (Ejemplo: $N = 10,000$).

Si $V \sim U[0, 1]$, haciendo $Y = 2V - 1 \Rightarrow Y \sim U[-1, 1]$.



Ejemplo

Vector de Límites L^T	
Curva	Tipo de Riesgo
CETES	IR
FORWARD	IR
THIE	IR
BASIS	IR
LIBOR	IR
VOL-USDMXP	VOL-FX
VOL-IPC	VOL-EQ
VOL-SPX500	VOL-EQ
VOL-THIE	VOL-IR
FX-USD	FX
FX-EUR	FX
EQ-IPC	EQ
EQ-SPX500	EQ

8. INVERSIÓN IMPLÍCITA EN SENSIBILIDAD

Supuestos

- **IR***: Dado que las curvas de tasas de interés son **cupón cero**, podemos despejar su inversión o nominal a través de la función de valor presente de un flujo.
- **VOL***: Suponemos que la inversión se obtiene de la sensibilidad asociada a la función de Black-Scholes.
- **EQ y FX**: La inversión proviene directamente de la sensibilidad y el factor de sensibilidad.

Inversión IR

$$\text{Nom}_{i,j} = \Delta_{i,j} \cdot \left[\left(1 + \frac{(r + \delta)t}{360} \right)^{-1} - \left(1 + \frac{r \cdot t}{360} \right)^{-1} \right]^{-1}$$

Donde: - i es el índice de la curva, - j es el índice del plazo de la curva, - $\Delta_{i,j}$ es la sensibilidad, - $\text{Nom}_{i,j}$ es la inversión, - r es la tasa de interés, - t es el plazo, - δ es el factor de sensibilidad (Ejemplo: 100pb).

Inversión EQ y FX

$$\text{Nom}_a = -\frac{\Delta_{\text{EQ},a}}{\delta} \quad \text{y} \quad \text{Nom}_b = -\frac{\Delta_{\text{FX},b}}{\delta}$$



Donde: - a es el índice de subyacente de EQ, - b es el índice de subyacente de FX, - $\Delta_{\text{EQ},a}$ y $\Delta_{\text{FX},b}$ son las sensibilidades de EQ y FX, - Nom_a y Nom_b son las inversiones de EQ y FX, - δ es el factor de sensibilidad (Ejemplo: 100pb).

Inversión VOL

$$\text{Nom}_{h,k} = v_{h,k} \cdot S [D_{r_e} \epsilon [\Phi(d1_\delta)] - \kappa D_{r_1} \epsilon [\Phi(d2_\delta)]]^{-1}$$

Donde: - $\epsilon [\Phi(dz_\delta)] = \Phi(dz_\delta) - \Phi(d1)$, $z = \{1, 2\}$, - $d1_\delta = -\log(\kappa) + \left[(\psi(r) + \frac{(\sigma + \delta)^2 p}{730}) \right] \left[(\sigma + \delta) \sqrt{\frac{p}{365}} \right]^{-1}$, - $d2_\delta = d1_\delta - (\sigma + \delta) \sqrt{\frac{p}{365}}$, - $\psi(r) = r_{ce} - r_{cl}$, - h es el índice de la superficie, - k es el índice del plazo de la superficie, - $v_{k,h}$ es la sensibilidad, - $\text{Nom}_{h,k}$ es la inversión, - r_e es la tasa de interés extranjera, - r_1 es la tasa de interés local, - t es el plazo, - D_r es el factor de descuento asociado a la tasa r , - δ es el factor de sensibilidad (Ejemplo: 100pb), - κ es el nivel de diferencia entre strike y spot.

Para IR y EQ, se tiene que $r_1 = r_e$.

9. MÉTODO DE MEDICIÓN DE RIESGO DE MERCADO

Métodos de construcción de distribuciones de pérdidas y ganancias

▪ Analítico:

- Calcular Varianza-Covarianza.
- Bondad de ajuste de variaciones de factores de riesgo a funciones paramétricas.
- No es necesario obtener inversión implícita.

▪ Simulación:

- Reevaluación completa de la cartera.
- Cálculo de la matriz de Varianza-Covarianza (solo para Montecarlo).

Pérdidas y Ganancias por Simulación Histórica

$$PL_{IR_i} = \text{Nom} \left[\left(1 + \frac{(r + sc_i)t}{360} \right)^{-1} - \left(1 + \frac{r \cdot t}{360} \right)^{-1} \right]^{-1}$$

$$PL_{VOL_i} = \text{Nom} \cdot S [D_{r_e} \epsilon [\Phi(d1_{sc_i})] - \kappa D_{r_f} \epsilon [\Phi(d2_{sc_i})]]^{-1}$$

$$PL_{EQ_i} = -\text{Nom} \cdot sc_i, \quad PL_{FX_i} = -\text{Nom} \cdot sc_i$$

Donde: - PL_{TR_i} es la pérdida o ganancia del escenario i , donde TR puede ser IR, VOL, FX o EQ. - $sc_i = v_{f_i} - v_{f_{i-1}}$, con v_{f_i} como el valor del factor de riesgo al día i . - S, r, σ son los valores más recientes de los factores de riesgo, y t es el plazo correspondiente.

Agrupación por factor de riesgo

Una vez obtenidas las pérdidas y ganancias globales de cada escenario, se puede obtener una medida de riesgo por curva, por moneda, por factor de riesgo y total. Es decir:

$$PL_{IR_i} = \sum_{z=1}^n \sum_{j=1}^m PL_{IR_{z,j}}$$

$$PL_{VOL_i} = \sum_{z=1}^r \sum_{j=1}^s PL_{VOL_{z,j}}$$

$$PL_{EQ_i} = \sum_{z=1}^c PL_{EQ_z}$$

$$PL_{FX_i} = \sum_{z=1}^d PL_{FX_z}$$

$$PL_{TOT_i} = PL_{IR_i} + PL_{VOL_i} + PL_{EQ_i} + PL_{FX_i}$$

En este caso, i va del escenario histórico 1 hasta el número máximo de escenarios históricos disponibles.

10. MEDIDA DE RIESGO Y COMPROBACIÓN DE LÍMITES

Medidas de riesgo a las carteras simuladas

Dado que se requiere establecer una pérdida máxima a un nivel de confianza establecido para cada escenario simulado, el **VaR** es la mejor medida para este fin. También se puede utilizar el **CVaR**, aunque se recomienda disminuir el nivel de confianza para tener límites más estrictos.

Comprobación de límites

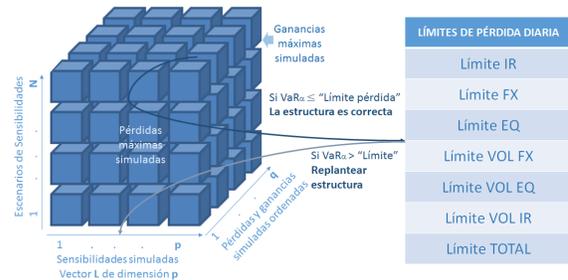
Finalmente, se obtienen N simulaciones de sensibilidades que cumplen con la estructura de límites, y en consecuencia se obtienen N medidas de riesgo (VaR, CVaR o CE) por factor de riesgo.

Para comprobar que la estructura de límites funciona, se debe obtener el percentil a un nivel de confianza establecido de los vectores de medidas de riesgo, y estos deben ser menores a los límites de pérdidas establecidos. En caso contrario, se debe replantear la estructura y repetir el ejercicio.

El nivel de confianza que se utilice en la obtención del VaR para las sensibilidades simuladas es el mismo que se debe usar para obtener el "VaR" de "VaR", por así decirlo.

Descripción gráfica

La siguiente imagen ilustra un cubo de pérdidas y ganancias simuladas asociadas a cada escenario de sensibilidades simulado que cumple con la estructura de límites de sensibilidad.



11. CONCLUSIONES

- Es un método para monitorear el riesgo de mercado a través de límites de sensibilidades por factores de riesgo.
- La construcción de esta metodología se basa en la comprobación estadística de una estructura de límites que sea tan robusta que, al hacer simulaciones que cumplan con estos límites, los escenarios más adversos no excedan los límites de pérdida establecidos.



- El método se puede refinar al obtener una inversión implícita por tipo de instrumento de inversión.

Ventajas

1. Se pueden establecer algoritmos donde se establezcan límites dinámicos conforme se va moviendo el mercado.
2. El monitoreo de las sensibilidades es *eficiente* porque no se modifica la estructura de sensibilidades que tienen, sólo se contrasta con los límites propuestos.
3. Explicar a la alta dirección que *si las sensibilidades diarias no exceden los límites propuestos*, solo el $\alpha\%$ de las veces se excederán los límites de pérdida, lo cual es transparente.

Desventajas

1. Su programación será compleja, acorde al nivel de instrumentos que se agreguen, al número de factores de riesgo y al tipo de medición de riesgo que se escoja.
2. Si se toman pocos plazos para las sensibilidades de curva o superficie, se corre el riesgo de que se omitan plazos más volátiles, subestimando los límites propuestos.



Christian G. Miranda Ruíz es actuario egresado de la UNAM y Maestro en Ciencias Matemáticas por el IIMAS, con especialización en control óptimo. Trabajó en BBVA Bancomer, Banco Inmobiliario Mexicano y como Data Scientist Manager en KIO Networks. Actualmente labora en Price Waterhouse Coopers. Sus áreas de especialización incluyen riesgos financieros, ciencia de datos y tecnologías analíticas (SAS, R, Python, Tableau, Hadoop, entre otros). Además, ha sido académico de la UNAM durante ocho años, impartiendo cursos de riesgos financieros y derivados. Desde hace un año, preside el comité de Ciencias de Datos del Colegio Nacional de Actuarios.

REFERENCIAS

- Bansal, S., 2021 Bank customer segmentation (1m+transactions). Kaggle, Disponible en: <https://www.kaggle.com/datasets/shivamb/bank-customer-segmentation>.
- Bishop, C. M., 2006 *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Herbert Robbins, S. M., 1951 A stochastic approximation method. *Annals of Mathematical Statistics*.
- Toulis, P., T. Horel, and E. M. Airolidi, 2020 The proximal robbins-monro method.
- Trevor Hastie, J. F., Robert Tibshirani, 2008 *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
- Virmani, D., S. Taneja, and G. Malhotra, 2015 Normalization based k means clustering algorithm.



ACTUARIOS TRABAJANDO

Un reto pendiente en tiempos de cambio: una perspectiva de la inclusión financiera en México

Jorge Luis Reyes García y Jennifer Casco Cortes



Un reto pendiente en tiempos de cambio: una perspectiva de la inclusión financiera en México

Jorge Luis Reyes García^{*,1} y Jennifer Casco Cortes^{*,2}

*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

RESUMEN El objetivo del trabajo es presentar una perspectiva de la inclusión financiera en México con ayuda de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2021 por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como analizar el alcance de los productos financieros de ahorro, crédito, seguros y ahorro para el retiro. Asimismo, se abordarán las principales políticas públicas en materia de inclusión y educación financiera. Se concluye que México es uno de los países con una inclusión financiera baja y con áreas de oportunidad en los segmentos de bajos ingresos de la población, sin embargo, a través de los diferentes planes de acción y estrategias promovidas por diferentes instituciones ha logrado avanzar, creando más y mejores resultados para el futuro.

Palabras clave

Inclusión Financiera, Ahorro, Crédito, Seguros, Ahorro para el Retiro

Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 13 de diciembre de 2024
Artículo comunicado por Elsa Lorena González Franyutti.
Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.



1. INCLUSIÓN FINANCIERA

La inclusión financiera es un tema que le compete a todos los países, debido a que mientras avanza la tecnología surgen nuevas formas de transmitir el conocimiento, así como de entender al sistema financiero. “La inclusión financiera es un elemento facilitador clave para reducir la pobreza y promover la prosperidad” (Grupo Banco Mundial 2022). De acuerdo con las definiciones más recientes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la inclusión financiera tiene tres dimensiones: acceso, uso y calidad (Pérez Caldentey y Titelman 2018). El acceso significa la posibilidad de usar los servicios y los productos de las instituciones del sistema financiero formal o la facilidad con la cual los individuos pueden acceder a los servicios y productos financieros disponibles en las instituciones formales. El uso se refiere a la utilización efectiva de los productos financieros, en cuanto a regularidad y frecuencia, así como también al objetivo con el que se usa el sistema financiero. Finalmente, la calidad se especifica en términos de las características del acceso y el uso (calidad y efectividad). Esto incluye una variedad de temas, como la adaptabilidad del producto a las necesidades del cliente, la variedad de los servicios financieros, la regulación y la supervisión de los productos, así como la protección del consumidor, entre otros. Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018) la define como el “acceso y uso de servicios financieros formales bajo una regulación apropiada que garantice esquemas de protección al consumidor y promueva la educación financiera”. La cual se compone de factores como el acceso, uso, protección al usuario y educación financiera. La importancia de la inclusión financiera es garantizar un desarrollo económico y social sostenible. Es una política de inserción productiva. La inclusión financiera permite al sistema financiero responder a las distintas y heterogéneas necesidades de financiamiento de las empresas en las diferentes etapas del proceso productivo y tecnológico (Pérez Caldentey y Titelman 2018).

La inclusión financiera es un factor que genera un mejor desarrollo social, ya que atiende otras problemáticas logrando tener un mejor desarrollo económico, crecimiento social y bienestar financiero. Significa que todas las personas y empresas tengan acceso a servicios financieros que le ayuden en su vida diaria. Estos servicios deben ser accesibles, asequibles y estar regulados para poder proteger a los usuarios, así como a su dinero, la inclusión financiera también ofrece educación para que la

población pueda manejar su dinero de una manera más efectiva. También actúa como elemento fundamental para reducir la pobreza y fomentar prosperidad económica al proporcionar herramientas financieras que promueven el bienestar general.

La inclusión financiera es un tema que compete a todo el mundo, tanto a países desarrollados como a países menos desarrollados, las políticas que tienen cada uno de ellos es de vital importancia, ya que gracias a eso existe una mejor o menor inclusión financiera, es por eso por lo que es importante analizar algunos de estos países. Existe la International Network on Financial Education (INFE) propuesta por la Organisation for Economic Co-operation and Development (2022), la cual promueve y facilita la cooperación internacional entre los responsables políticos en cuestiones de educación financiera alrededor de todo el mundo, la INFE fue fundada en el 2008, debido a que en el 2002 se reconoció la importancia de la alfabetización financiera, es por eso que crearon este proyecto único e integral a nivel mundial, en el cual están más de 130 países y economías, tanto economías desarrolladas, emergentes y en desarrollo, así mismo están incluidos todos los países del G20 (Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Rusia, Reino Unido, Sudáfrica y Turquía).

En este proyecto se crearon tres grupos de trabajo. El primero de estos grupos estudia Normas, Implementación y Evaluación sobre estrategias nacionales de educación financiera; el segundo es el Grupo de Trabajo sobre Alfabetización Financiera Digital, el cual crea metodologías sobre cómo las políticas y los programas de alfabetización pueden ayudar a que las personas utilicen los servicios financieros digitales de forma segura, así como también busca brindar la educación financiera con ayuda de herramientas digitales; y por último el Grupo de Trabajo sobre Alfabetización Financiera y Finanzas Sostenibles, el cual desarrolla metodologías sobre enseñar a las personas los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para hacer uso de productos financieros sostenibles para poder integrarlos a sus decisiones financieras personales. La INFE también apoya la creación de políticas efectivas de alfabetización financiera a través de proyectos a nivel regional y nacional en todo el mundo. Se han impulsado programas de educación económica y financiera, sin embargo, todavía falta mucho que hacer, de acuerdo a la medición estandarizada y de comparación de las capacidades financieras (las cuales son una combinación de conocimientos, habilidades y comportamientos financieros) de los adultos realizado por la OCDE/INFE, se

¹ Correo electrónico: jreyes@cfm.buap.mx

² Correo electrónico: jennifer.cascoc@alumno.buap.mx



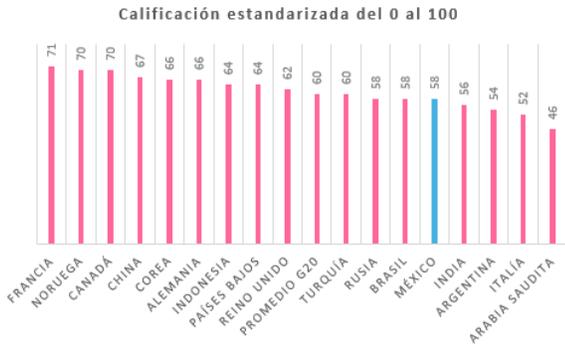


Figura 1 Índice de Capacidades Financieras de la OCDE INFE. Fuente: Organisation for Economic Co-operation and Development (2022).

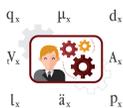
tienen los siguientes resultados, donde el promedio del G20 es 60 y podemos observar que México está por debajo de éste, ocupando el lugar 13 de 17 países participantes. Vea la Figura 1.

La OCDE/INFE desarrolló una serie de preguntas sobre conceptos básicos de finanzas, las cuales incluyen temas sobre interés simple e interés compuesto, se quiso analizar el desempeño de los participantes, es por lo que se creó un índice de conocimientos financieros, tomando en cuenta el porcentaje de respuestas correctas en múltiples preguntas estandarizadas, podemos observar que México obtuvo el lugar 12 de 18 y nuevamente se encuentra por debajo del promedio del G20. Vea la Figura 2.



Figura 2 Comparativo del índice de conocimiento. Fuente: Organisation for Economic Co-operation and Development (2022).

En México, el 37% de la población de 15 años en adelante



tiene una cuenta de banco, a diferencia de Suiza, que es el 98%; Reino Unido, 96%; o España, con el 94%. Sin embargo, en Afganistán, solamente el 15% de las personas mayores de 15 tienen una cuenta. Por su parte, en México solamente el 32% ha realizado o recibido pagos digitales (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2018, 2021).

2. INCLUSIÓN FINANCIERA EN MÉXICO

La Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF) 2021, realizada por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021) genera información estadística a partir de un cuestionario conformado por 133 preguntas agrupadas en quince secciones y considera los productos financieros en cuatro ejes: cuenta de ahorro formal, crédito formal, seguros y cuentas de ahorro para el retiro. De acuerdo con la ENIF en México, el 67.8% de población de 18 a 70 años tiene al menos un servicio financiero como cuenta de ahorro formal, crédito formal o AFORE, estos datos incluyen las cuentas y créditos. El 61.9% de las mujeres cuentan con al menos un producto financiero, mientras que el 74.3% en hombres. En la Figura 3 se puede observar que la población del Noroeste es la que más población tiene acceso al menos a un servicio financiero. En las localidades con 1 a 14,999 habitantes, el 56.1% cuentan con algún producto financiero, mientras que en localidades de 15,000 o más habitantes, el 74.2% de los habitantes cuentan con algún servicio financiero. Las localidades más pequeñas que cuentan con menos de 14,999 habitantes son regiones donde todavía tienen la información más limitada o un acceso a la conectividad o instituciones financieras más escasas.

Tener una cuenta de ahorro formal implica apartar una parte de los ingresos fijos en alguna institución financiera de conveniencia propia por si se presenta una emergencia o algún compromiso para poder solventar ese gasto. La importancia de crear una cuenta de ahorro formal es que el dinero no pierde su valor con el tiempo, así como genera historial financiero que después podría ayudar a gestionar un crédito, al tener un ahorro formal, a diferencia de un ahorro informal es que uno gana intereses mientras que el dinero está protegido. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021), el Noroeste del país es el que más porcentaje de población cuenta con este servicio, es decir, el 57.6%; mientras que al sur del país, solamente el 42.3% lo tiene. Vea la Figura 4.

La población que tiene un ahorro formal es de 41.1

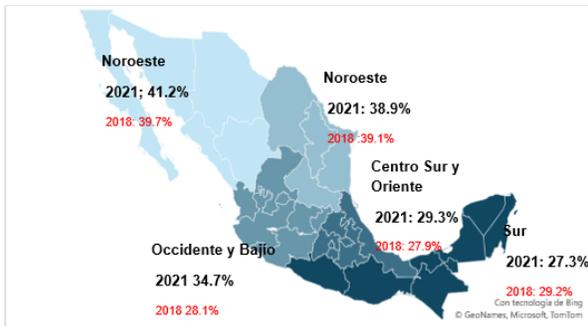


Figura 3 Tenencia de algún producto financiero. Porcentaje respecto a población de 18 a 70 años. Elaboración propia con información de (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2018, 2021).



Figura 4 Tenencia de cuenta de ahorro formal. Porcentaje respecto a población de 18 a 70 años. Elaboración propia con información de (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2018, 2021).

millones para el 2021, mientras que en el 2018 solamente eran 37.3 millones de personas, podemos notar que tuvo un importante crecimiento en comparación con el 2018. Se resalta que solamente el 1.1% y 1.2% de las personas tienen fondo de inversión y depósitos a plazos fijos, respectivamente. Vea la Figura 5.

Un crédito es aquel que es otorgado por una entidad financiera regulada y autorizada. Hay diferentes tipos de productos de créditos que ofrecen dichas entidades como lo son: tarjetas de crédito, créditos de nómina, créditos al consumo, créditos hipotecarios, créditos automotrices, entre otros. Para este servicio financiero, el 32.7% de la población tiene uno, es decir, 27.4 millones de habitantes, de la población total, esto representa solamente el 31.7% en mujeres y el 33.8% en hombres. La región que cuenta

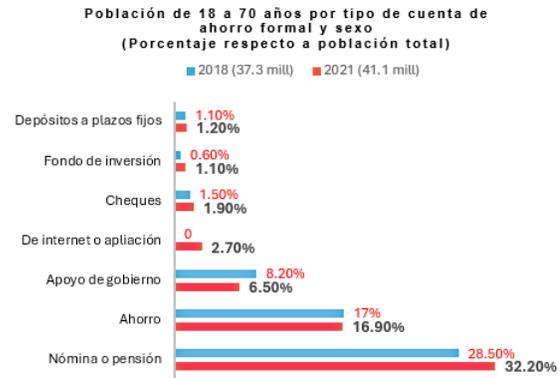


Figura 5 Tipos de cuenta de ahorro formal Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018, 2021).



Figura 6 Tenencia de crédito formal. Porcentaje respecto a población de 18 a 70 años. Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018, 2021).

con el porcentaje más alto de población que tiene este servicio es el Noroeste con el 41.2% y la más baja el sur, con el 27.3% de su población (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2021). Vea la Figura 6.

Existen diferentes tipos de crédito, es por eso que también se analizó el porcentaje de que tipo de crédito tiene la población, podemos notar que la mayoría tiene una tarjeta de crédito departamental y muy pocas personas, un crédito personal. Vea la Figura 7.

Los seguros son un contrato que protegen económicamente de un riesgo a cambio del pago de una prima al asegurado. Existen diferentes tipos de seguros, de los más comunes son los de seguros de vida, seguros de automóvil, seguros de gastos médicos mayores, entre otros. Para



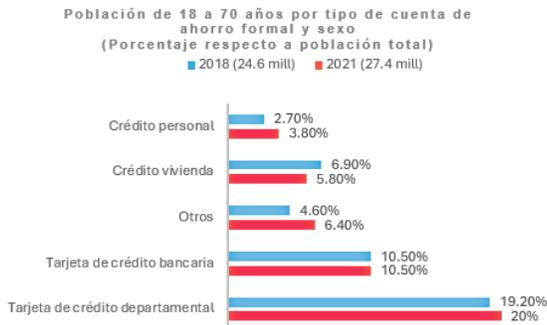


Figura 7 Tipos de crédito formal. Elaboración propia con información de [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2021\)](#).

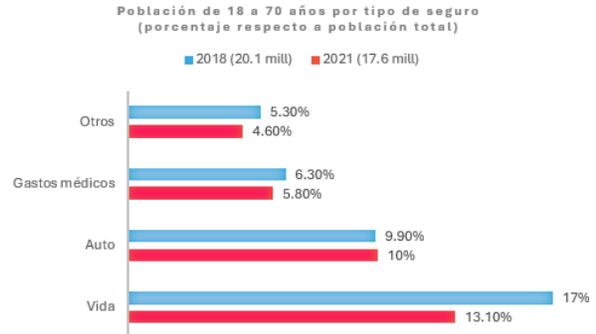


Figura 9 Tipo de seguros. Elaboración propia con información de [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2021\)](#).



Figura 8 Tenencia de seguros. Porcentaje respecto a población de 18 a 70 años. Elaboración propia con información de [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2018, 2021\)](#).

los seguros, el 21.0%, es decir 17.6 millones de personas cuentan con este servicio, el 16.4% representa las mujeres y el 26.1% representa a los hombres. En la Figura 8 podemos observar que nuevamente la región del Noroeste cuenta el porcentaje de población más alto que cuenta con este servicio, siendo el 28.7%, y el sur el porcentaje más bajo de 16.4%.

Dentro de los diferentes tipos de seguros, el 13.1% de la población tienen un seguro de vida y solamente el 4.6%, otros. Esto es: seguros personales contra accidentes, seguro de casa, de educación, plan privado de retiro, entre otros. Vea la Figura 9.

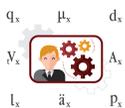
Por último, las Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORE) gestionan el uso y la inversión del dinero de sus beneficiarios para asegurar las pensiones para el

retiro. El 39.1% (que representa 32.7 millones de personas tienen una cuenta en estas AFORE), el 30.6% de la población de mujeres tienen una cuenta en alguna AFORE, mientras que el 48.7% de la población de hombres está en este caso (vea [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2021\)](#)). En la Figura 10 notamos que el noroeste es la población con el porcentaje más alto con tener este servicio, y el sur el más bajo.



Figura 10 Tenencia de cuenta en AFORE. Porcentaje respecto a población de 18 a 70 años. Elaboración propia con onformación de [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2018, 2021\)](#).

De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Salud Financiera 2023 ([Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2023](#)), el 52% de la población de 18 años y más tiene algún tipo de ahorro, principalmente la población entre



18 a 29 años y de 30 a 49 años. El 53.2% de la población de 18 años y más, realiza algún tipo de registro o control de gastos, de los cuales el 54.4% de la población de mujeres y 51.8% de la población de hombres. En México, de la población de 18 años y más, solamente el 39.6% administra su dinero día con día, mientras que el 24.2% planifica su futuro financiero, y solamente el 19.9% toma decisiones sobre productos de bancos o instituciones financieras. El bienestar financiero es la capacidad que tienen las personas de poder manejar sus finanzas de forma adecuada, logrando cubrir sus gastos cotidianos e incluso inesperados, así como lograr sus metas y libertad económica.

3. PROGRAMAS PARA AVANZAR EN LA INCLUSIÓN FINANCIERA EN MÉXICO

México cuenta con el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual es un documento con lineamientos estratégicos a cargo del presidente de la República. Actualmente el PND 2019-2024 contiene estrategias puntuales en temas como bienestar, educación, justicia, desarrollo económico, igualdad de género, no discriminación y desarrollo sostenible, con el fin de construir un mejor México. A nivel mundial, 47 países cuentan con una estrategia nacional de Inclusión Financiera, de estos, 11 pertenecen a América latina y el Caribe, dentro de estos se encuentra México con una estrategia desde el 2016, el cual se encuentra en el Plan Nacional del Desarrollo en el que contiene estrategias y acciones puntuales sobre inclusión financiera. El principal problema de la inclusión financiera en México es la pobreza y desigualdad, debido a esto la salud financiera es limitada para gran parte de la población. De acuerdo con la Política Nacional de Inclusión Financiera, existen seis factores que generan la exclusión financiera, es por lo que se crearon objetivos específicos para cada uno de ellos, con líneas de acción a cargo de varias instituciones para lograr sus metas para el 2024. Vea la Tabla 1.

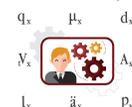
Otro de los programas para aumentar la inclusión financiera es la Semana Nacional de Educación Financiera (SNEF) organizada por la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros la cual se establece en 2018 y fue creada con el objetivo de desarrollar capacidades y/o habilidades para un mejor manejo del dinero, aminorando los riesgos del sobreendeudamiento y fomentando el ahorro con el buen uso de los servicios y productos financieros para trazar el camino al bienestar financiero. La SNEF es considerada el evento más importante de educación financiera en el año.

Factores	Objetivos	Actividades	Responsable
1. Baja adopción y uso limitado de productos financieros	Mejorar el acceso a productos y servicios financieros para personas y pequeñas y medianas empresas.	Crear oficio con facilidades regulatorias, logrando otorgar créditos a las empresas, así como difundir foros de inclusión financiera e innovación tecnológica	SHCP, CNBV, Banxico, CNSF, IPAB, CONSAR, CONDUSEF
2. Uso reducido de pagos digitales	Ampliar el uso de pagos digitales entre la población, comercios, empresas y los tres niveles de gobierno	Ampliar infraestructura del SPEI, ampliar la difusión al público e instituciones de realizar pagos digitales.	TESOFE, Banxico
3. Infraestructura insuficiente para el acceso y provisión de productos y servicios financieros	Reforzar la infraestructura para facilitar el acceso y la provisión de productos y minimizar las asimetrías de información	Creación del banco del Bienestar, Expansión de Banjercto, creación de talleres a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público sobre materia regulatoria y de política pública.	SHCP, CONSAR, Banxico, CNBV
4. Competencias económico-financieras limitadas	Aumentar las competencias económico-financieras de la población	15ª edición de la Semana Nacional de Educación Financiera, colaboración con el programa Sembrando Vida, el cual diseña contenidos de educación	SHCP, CONDUSEF, CONSAR
5. Falta de herramientas informativas y mecanismos de protección financiera	Mejorar el acceso a herramientas informativas y mecanismos de protección financiera	Banco de México creó un comparador de cuentas de depósito y una plataforma digital para ofertas de crédito personalizadas, así como presentaciones a público estudiantil	CONDUSEF, Banxico, IPAB
6. Falta de herramientas informativas y mecanismos de protección financiera	Promover la inclusión financiera de personas en situación de vulnerabilidad, como mujeres, migrantes, adultos mayores, indígenas y población rural	Creación de estudio sobre los retos y recomendaciones para la inclusión financiera de las personas con discapacidad, así como diagnóstico detallado sobre los retos para promover igualdad de género en las entidades financieras.	CNBV, CONDUSEF, TESOFE, CONSAR, IPAB, SHCP, Banxico

■ **Tabla 1** Política Nacional de Inclusión Financiera. Fuente: Consejo Nacional de Inclusión Financiera y Comité de Educación Financiera (2023).

Ahí se preparan actividades de aprendizaje divertidas como conferencias, talleres, foros y pláticas sobre diversos temas como ahorro, seguros, finanzas personales y emprendimiento para toda la población, la importancia de esta semana ha dado grandes resultados, algunos de ellos son: A lo largo de cuatro ediciones 2020-2023 han sido 680,419 personas beneficiadas, 1193 actividades realizadas, 43 representantes de México en el Exterior y en promedio la participación de 13 aliados del sector financiero mexicano público y privado (Consejo Nacional de Inclusión Financiera y Comité de Educación Financiera 2023).

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019, indica que una alta proporción de la población que se encuentra en situación de pobreza carece de acceso a un sistema bancario. Se creó el Banco del Bienestar para los beneficiarios de servicios sociales del gobierno federal, el



cual promueve y facilita el ahorro entre los Mexicanos, dentro y fuera del país, así como el acceso al financiamiento de primer y segundo piso de forma equitativa para personas físicas y morales, impulsando así la inclusión financiera (Comité de Educación Financiera 2017). El Banco del Bienestar cumplió cinco años de funcionamiento, logrando consolidarse como el más grande de México con 3,149 sucursales y 2,943 cajeros automáticos, en 2,701 localidades de 1,970 municipios de los 32 estados del país y con más de 27 millones de beneficiarios de programas sociales para que puedan cobrar sus apoyos. Los estados con más sucursales son: Veracruz, con 292; Oaxaca, 287; México, 279; Puebla, 261 y Chiapas, 233. Los resultados de este banco han sido bastante buenos:

- el 80 % de las cuentas abiertas son de mujeres, la brecha de género en áreas rurales se redujo de siete a cinco puntos porcentuales de 2012 a 2018,
- en 2017 el 47 % de los apoyos gubernamentales se dispersaron a través de cuentas bancarias.

El Banco del Bienestar es una entidad financiera que ha generado inclusión financiera para las comunidades más vulnerables desde su creación. La educación financiera es una de nuestras principales herramientas para poder avanzar con la inclusión financiera, es por lo que es importante analizar el porcentaje de población que conoce algunos de los conceptos más importantes sobre la educación financiera, los resultados a continuación podemos observarlos. Vea la Figura 11.

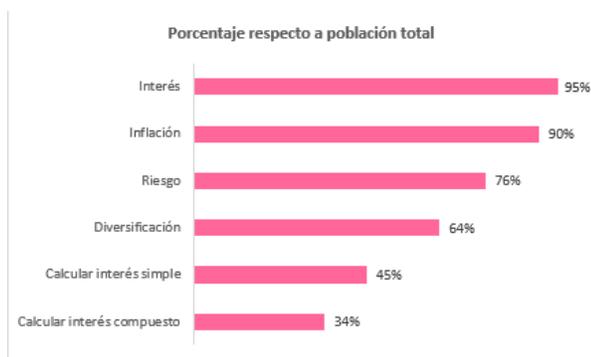


Figura 11 Conocimiento de conceptos de educación financiera. Elaboración propia con información de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018).

El Gobierno de México creó la Estrategia Nacional de Educación Financiera diseñada por el Comité de Educación Financiera. Esta Estrategia cuenta con seis líneas de



acción que logran incluir a toda la población, las cuales son:

1. Fomentar el desarrollo de habilidades financieras desde la educación básica, iniciando desde edades tempranas.
2. Colaborar con el sector privado y organizaciones no gubernamentales para crear programas de educación financiera adaptados a las necesidades específicas de distintos grupos poblacionales y empresas.
3. Completar las iniciativas de protección al consumidor con programas educativos que promueven una cultura de consumo responsable.
4. Implementar nuevos medios de comunicación y divulgación para que la población se familiarice con productos, servicios y canales financieros más eficientes.
5. Aprovechar las innovaciones tecnológicas en el ámbito financiero para identificar oportunidades de colaboración.
6. Recopilar datos, información y métricas para evaluar, ajustar y mejorar las estrategias de educación financiera.

Asimismo, según Comité de Educación Financiera (2017), la Estrategia Nacional de Educación Financiera contempla tres dimensiones para fomentar la creación y desarrollo de capacidades financieras:

- Conocimientos financieros: Crear acciones para mejorar la comprensión y aplicación de conceptos financieros, de manera que la población conozca los productos y servicios financieros, así como sus beneficios, obligaciones y riesgos.
- Comportamientos y actitudes financieras: Políticas y acciones que promuevan buenos hábitos financieros y el uso adecuado del sistema financiero, con el objetivo de desarrollar una cultura de planificación financiera y prevención de riesgos.
- Relación con el sistema financiero y las instituciones: Establecer una relación sólida y confiable entre sus usuarios e instituciones financieras, apoyada en los mecanismos de protección al consumidor del marco institucional actual.

Con estos programas que México ha implementado en conjunto con varios organismos financieros ha logrado tener un avance en temas de inclusión financiera, desde

lograr que la población aprenda nuevos conceptos financieros hasta aumentar la infraestructura financiera, sin embargo, aún se sigue trabajando en estos programas para lograr tener un mejor avance.

4. CONCLUSIONES

Actualmente México presenta varios retos en tema de inclusión financiera, algunos de ellos son aumentar la tecnología y confianza en cuanto a la banca móvil, debido a que muchas personas prefieren no utilizar los pagos digitales por la falta de confianza que esta les genera o lo complicada que puede ser para algunos, sin embargo, tampoco existe la infraestructura financiera necesaria que dé cobertura a toda la población, otro de los principales retos que enfrenta es la brecha de género en el acceso a servicios financieros, incluso en las tasas de empleabilidad el porcentaje es más grande para hombres que para mujeres lo cual generan un problema mayor para el país; la falta de educación financiera, sobre todo en comunidades marginadas es otro de los principales retos.

México es uno de los países con una inclusión financiera baja. Sin embargo, a través de los diferentes planes de acción y estrategias promovidas por el gobierno federal y diferentes instituciones privadas ha logrado avanzar, creando más y mejores resultados para el futuro, es de suma importancia dar atención a la conectividad e infraestructura para comunidades vulnerables o marginadas. Se tienen estrategias con objetivos específicos para la educación financiera, creando semanas de educación financiera para que la población pueda conocer sobre la importancia del dinero; también busca innovarse a través de medios de comunicación digitales logrando avanzar con la ayuda de la tecnología con la que hoy en día contamos.

Se podrían crear mejores estrategias que logren atender los retos que tiene México, algunas de ellas pueden ser implementar capacitaciones sobre la banca digital para que las personas puedan elegir los pagos en tiempo real a través de su celular, otra de ellas podría ser implementar talleres de educación financiera en niveles básicos de educación, así como crear productos financieros más asequibles para las mujeres, y productos que sean más fáciles de entender y utilizar para toda la población. Finalmente se pueden crear nuevas políticas públicas que apoyen a las comunidades más vulnerables para que sea más accesible para ellos adquirir algún producto o servicio financiero.

Hoy en día, analizar la inclusión financiera e implementar nuevas estrategias es de suma importancia. En efecto, esto genera un bienestar financiero para la pobla-

ción, logrando atender algunas otras problemáticas como la infraestructura financiera, la pobreza en comunidades vulnerables o incluso la baja educación financiera que tiene el país.

REFERENCIAS

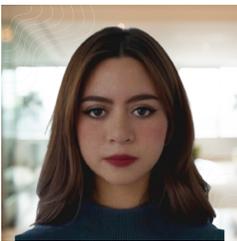
- Comité de Educación Financiera, 2017 *Estrategia Nacional de Educación Financiera*. Gobierno de México, CDMX, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).
- Consejo Nacional de Inclusión Financiera y Comité de Educación Financiera, 2023 *Política Nacional de Inclusión Financiera*. Gobierno de México, CDMX, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).
- Grupo Banco Mundial, 2022 Panorama general. Inclusión financiera **29 de marzo**, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018 *Encuesta Nacional de Inclusión Financiera*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021 *Encuesta Nacional de Inclusión Financiera*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023 *Encuesta Nacional sobre Salud Financiera*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, Consultado [aquí](#) el 13 de diciembre de 2024.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, 2022 *International Network on Financial Education*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).
- Pérez Caldentey, E. y D. Titelman, 2018 *Informe sobre la inclusión financiera*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Consultado el 12 de diciembre [aquí](#).





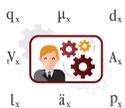
Jorge Luis Reyes García es Actuario y Maestro en Finanzas por la Universidad Nacional Autónoma de México y también es un Doctorante del programa en Ciencias Actuariales en la Universidad Anáhuac México. Certificado por la Sociedad de Actuarios de Estados Unidos en Probabilidad, Matemáticas Financieras y Modelos de Vidas Contingentes. Es profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y académico de la licenciatura de actuaria de las Universidades Nacional Autónoma de México, Autónoma de Zacatecas, Anáhuac México e Iberoamericana impartiendo asignaturas del ramo de seguros, finanzas y administración de riesgos. Ha participado en diferentes congresos de Actuaría y Finanzas a niveles nacional e internacional. Cuenta con más de 12 años de experiencia laboral en el Sector Financiero en áreas de Administración de Riesgos de diversas instituciones financieras con especialidad en análisis de escenarios, pruebas de estrés, apetito de riesgo, análisis global de riesgos, riesgo climático y riesgos ASG.

Es profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y académico de la licenciatura de actuaria de las Universidades Nacional Autónoma de México, Autónoma de Zacatecas, Anáhuac México e Iberoamericana impartiendo asignaturas del ramo de seguros, finanzas y administración de riesgos. Ha participado en diferentes congresos de Actuaría y Finanzas a niveles nacional e internacional. Cuenta con más de 12 años de experiencia laboral en el Sector Financiero en áreas de Administración de Riesgos de diversas instituciones financieras con especialidad en análisis de escenarios, pruebas de estrés, apetito de riesgo, análisis global de riesgos, riesgo climático y riesgos ASG.



Jennifer Casco Cortés es egresada de la Licenciatura en Actuaría de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con un profundo interés en el análisis de datos, seguros y finanzas. Su objetivo es aplicar sus conocimientos en proyectos que generen un impacto positivo en la sociedad. Ha participado en proyectos de investigación cuantitativa enfocados en la evaluación de programas gubernamentales de protección social en temas clave como: el análisis de los apoyos económicos para personas de la tercera edad en el estado de Puebla, el análisis comparativo de esquemas de jubilación en 17 estados de la República Mexicana y la formulación de estrategias para fomentar la inclusión financiera en regiones vulnerables del estado de Puebla. Estas experiencias reforzaron su interés en cómo la estadística puede transformar datos en información valiosa, contribuyendo a una mejor toma de decisiones en distintos ámbitos.

Ha participado en proyectos de investigación cuantitativa enfocados en la evaluación de programas gubernamentales de protección social en temas clave como: el análisis de los apoyos económicos para personas de la tercera edad en el estado de Puebla, el análisis comparativo de esquemas de jubilación en 17 estados de la República Mexicana y la formulación de estrategias para fomentar la inclusión financiera en regiones vulnerables del estado de Puebla. Estas experiencias reforzaron su interés en cómo la estadística puede transformar datos en información valiosa, contribuyendo a una mejor toma de decisiones en distintos ámbitos.



ACTUARIOS TRABAJANDO

Generative AI-enabled assistant for pensions

Robert Hernández Martínez



Generative AI-enabled assistant for pensions

Robert Hernández Martínez^{*,1}

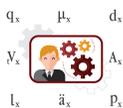
^{*}Universidad Nacional Autónoma de México

ABSTRACT This article addresses the complexities of Mexico’s pension system, particularly the Instituto Mexicano del Seguro Social, which serves over 76 million individuals but provides pensions to only 5.5 million. With an annual growth rate of 4.7% in pensioners from 2010 to 2023, there is a pressing need for accessible pension information. To meet this demand, the author introduces a chatbot designed to assist users with IMSS public pensions. This AI-driven tool utilizes advanced technologies, including Python, GitHub, Streamlit, LangChain, and NVIDIA AI language models, to process official documents and provide accurate, conversational, and task-oriented support in Spanish. By leveraging Large Language Models and Retrieval Augmented Generation, the chatbot ensures precise and contextually relevant responses, democratizing access to essential pension information for Mexican citizens. The project exemplifies how AI can enhance public service accessibility and reliability, offering a scalable solution to the growing demand for pension guidance.

Key words

Chatbots, Social Security, Llama 3

All rights reserved © 2024 by the Mexican Colegio Nacional de Actuarios
 Last update of the manuscript: Thursday 19th December, 2024
 This paper originally appeared in medium.com and is reproduced here with authorization of (and on the specific request by) the author. This article is published by the Mexican Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) and contains information from a variety of sources. It is a work intended for informational purposes only and should not be construed as professional or financial advice. The vision and comments contained in this document correspond exclusively to its author and, therefore, are unrelated to any public or private entity, including the one for which he currently collaborates. CONAC does not recommend or endorse the use of the information provided in this study. CONAC makes no warranty, express or implied, or representation of any kind and assumes no liability in connection with the use or misuse of this work.



1. INTRODUCTION: THE PENSION CHALLENGE IN MEXICO

Mexico faces increasing challenges in its public health services and pension systems. According to [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2020\)](#), the Total Population in Mexico was 126 million inhabitants, and the percentage of the population over 60 years old was 12% (around 15 million). See Figure 1.

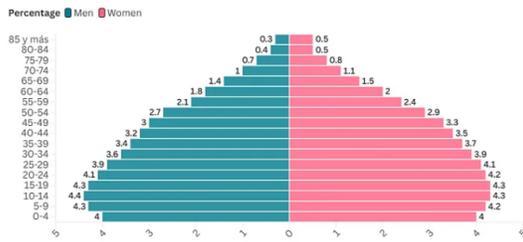


Figure 1 Population pyramid by age and sex in Mexico. Created by the author with information by [Instituto Nacional de Estadística y Geografía \(2020\)](#).

The demand for public health services in Mexico is consistently increasing, putting significant stress on the public pension system, managed by the Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). This trend highlights the increasing challenges over time.

The Financial and Risk Report of the Institute shows an insured population of 76.7 million, but only 5.5 million are pensioners (see [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2024\)](#)). This means just 37% of the elderly population is entitled to a pension in the Institute. What happens to the remaining 9.5 million senior citizens over 60 years? See Figure 2.

The IMSS estimates an annual growth rate in pensioners of 4.7% from 2010–2023. Therefore, senior citizens require access to complex pension information to make well-informed decisions that impact their quality of life in the future. See Figure 3.

2. ENTER THE AI

As the pension system grows increasingly complex and the demand for information continues to rise, traditional methods of providing pension guidance are becoming overwhelmed. This creates an urgent need for an innovative, scalable solution that can serve millions of Mexican citizens effectively. This project leverages cutting-edge AI technologies through a web application that combines

¹E-mail of the corresponding author: robert@actuariayfinanzas.net

POPULATION COVERED BY INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS)		Year 2023
Insured Holders Population		30,943,834
Pensioners		5,449,838
Other Insured Persons with Active Rights		670,267
Holder's Family		39,715,515
Total Population Covered by IMSS		76,779,454

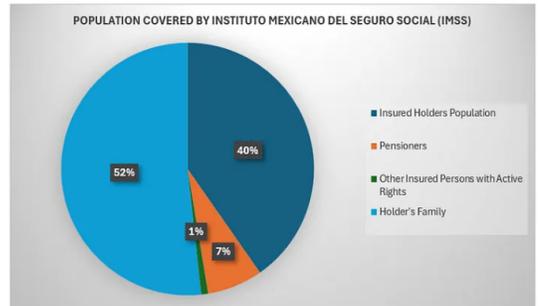


Figure 2 Population covered by IMSS. Created by the author with information by [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2024\)](#).



²Incluye personas pensionadas extrabajadoras del IMSS. Incluye personas pensionadas con forma de pago mediante rentas vitalicias. Incluye pensiones derivadas. Fuente: Dirección de Prestaciones Económicas y Sociales; Dirección de Administración, IMSS.

Figure 3 Pensioners and Annual Percentage Growth 2010–2023 IMSS. Source: Gráfica I.21 in [Instituto Mexicano del Seguro Social \(2024\)](#).

Python, GitHub, Streamlit, LangChain, and NVIDIA AI language models to create a comprehensive pension guidance system. This AI-driven approach democratizes access to pension information while maintaining accuracy and reliability in every interaction. The outcome is a chatbot for querying Mexican social security documents (PDF processing) with the ability to handle Spanish language interactions. See Figures 4 and 5.

3. WHAT IS A CHATBOT?

A chatbot is a software application that uses AI and Natural Language Processing (NLP) to simulate human conversation, assisting users with tasks such as answering questions and providing guidance. This chatbot focuses





Figure 4 “A cheerful Mexican woman in her late 50s or early 60s sitting at a desk engaging with a chatbot on a laptop about pension plans”. ChatGPT Prompt.

on IMSS public pensions, offering conversational, task-oriented, and reliable support. Its key features are the following.

- **Conversational:** Engages in human-like dialogue.
- **Task-Oriented:** Focused on specific goals, such as advising on IMSS pensions.
- **24/7 Availability:** Always online for immediate support.
- **Learning Capabilities:** Continuously improves with AI advancements.

Relevance to this Project. This chatbot acts as an advisor for IMSS pensions, leveraging:

- **Advanced AI (LLMs):** To comprehend complex questions.
- **Domain Expertise:** Based on official documents for reliable answers. It aims to enhance accessibility and accuracy in pension-related information.

LangChain: Building Blocks for LLM Applications

LangChain provides the foundation for this application, enabling efficient document processing and query handling through document loaders, text splitters, embeddings, and chains. See Figure 6.



Figure 5 “A professional and visually appealing illustration featuring a sleek chatbot icon interacting with a diverse group of people”. ChatGPT Prompt.

LangChain: Building Blocks for LLM Applications

What is LangChain?
An open-source framework that simplifies the development of applications using Large Language Models (LLMs). It provides a standardized interface to combine LLMs with external data sources and allows you to chain together different components to create advanced AI applications.

Core Components:	Key Benefits:
Document Loaders Import data from various sources (PDF, txt, web)	Modular Design Mix and match components for custom solutions
Text Splitters Break documents into manageable chunks	Rapid Development Build complex LLM apps quickly
LLM Integration Connect with various LLM providers	Chain Integration Connect components into powerful workflows

Common Use Cases:
Document Q • Chatbots • Data Analysis • Text Summarization • Content Generation

Figure 6 LangChain. Building Blocks for LLM Applications. Made in Claude AI.

Retrieval Augmented Generation (RAG)

RAG enhances chatbot capabilities by combining document retrieval with AI-driven response generation, ensuring accurate and contextually relevant answers. See Figure 7.

4. UNDERSTANDING LARGE LANGUAGE MODELS (LLM)

Large Language Models represent a fundamental shift in how we process and respond to human queries about pensions. These models offer unprecedented capabilities by combining Natural Language Understanding (NLU), context management, and information synthesis specific to pension guidance. The LLM serves as the core intelligence of the system, processing complex queries in conversational Spanish, understanding context and intent,



Figure 7 RAG Architecture in Social Security Document Analysis. Made in Claude AI.



Figure 8 Understanding LLM (Large Language Model). Made in Claude AI.

managing multi-turn conversations, and combining information from multiple pension documents to generate coherent, comprehensive responses. See Figure 8.

Natural Language Processing (NLP) and Natural Language Understanding (NLU) are related but distinct concepts in AI. NLP is the broader field that encompasses all aspects of enabling computers to work with human language, including tasks like tokenization, parsing, and speech recognition.

NLU, on the other hand, is a specialized subset of NLP that focuses specifically on comprehending the meaning and intent behind human language. In the context of our pension chatbot, while NLP handles the basic processing of Spanish text and document analysis, NLU enables the system to truly understand the intent behind user queries, grasp contextual nuances in pension-related questions, and provide meaningful, contextually appropriate responses rather than just processing the text at a surface level.

This integration with the pension advisory system ensures that users receive accurate, contextually appropriate responses while maintaining the system's reliability and trustworthiness. Therefore, the chatbot ensures nuanced, user-friendly interactions.

Interaction between LangChain, RAG, and LLM: High-level Architecture Diagram

LangChain connects document processing pipelines, RAG ensures retrieval of relevant information, and LLM generates responses. This integration provides seamless, accurate, and conversational support. The system integrates user inputs, document processing, and AI response generation in a structured pipeline. The architecture ensures modularity, efficiency, and scalability.

Application Workflow

See Figure 9. The main components and flow of the Spanish Social Security documents consultation system are as follows.

- User loads documents (PDF files)
- User enters a query in Spanish
- System identifies if it's a greeting or question
- If it's a question, relevant documents are analyzed
- NVIDIA AI model generates a comprehensive response
- Results are displayed with source documents.

The following snippet shows how NVIDIA model initializes and the prompt template.

```
# Initialize NVIDIA AI
base_url = "https://integrate.api.nvidia.com/v1"
try:
    llm = ChatNVIDIA(model="meta/llama3-70b-instruct",
base_url=base_url)
except Exception as e:
    st.error(f"Error al inicializar el modelo: {e}")
    st.stop()

# Prompt template
prompt = ChatPromptTemplate.from_template("""
Basado en la consulta específica sobre "{question}",
analiza cuidadosamente los extractos
de documentos oficiales de seguridad social mexicana
para proporcionar una respuesta completa y precisa.

Instrucciones específicas:
1. Utiliza información de TODOS los documentos
relevantes proporcionados.
```



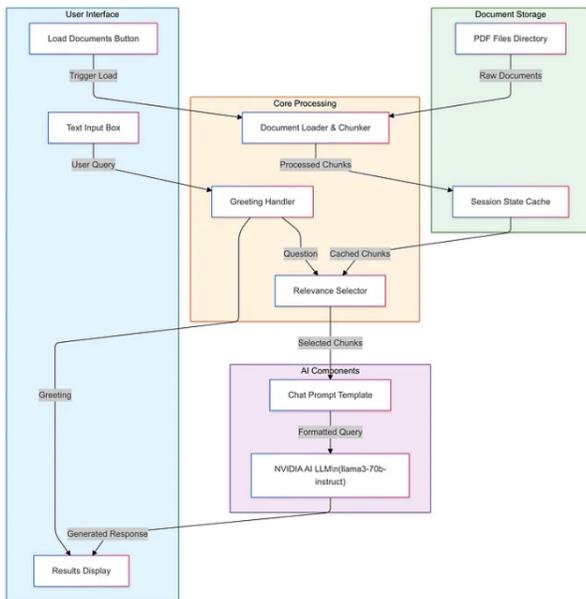


Figure 9 High-level Architecture Diagram — File app3.3_spanish.py. Made in Claude AI.

2. Cuando encuentres información complementaria en diferentes documentos, combínala de manera coherente.
3. Si hay discrepancias entre documentos, menciónalas.
4. Cita específicamente de qué documento proviene cada parte de tu respuesta.
5. Si la información está incompleta, indica qué documentos adicionales podrían ser necesarios.

Extractos de los documentos:
{context}

Pregunta: {question}

Respuesta (basada en múltiples documentos):
"""

According to NVIDIA, [meta/llama3-70b-instruct](#) model description:

“Llama 3 is a large language AI model comprising a collection of models capable of generating text and code in response to prompts. Meta developed and released the Meta Llama 3 family of large language models (LLMs), a collection of pre-



trained and instruction-tuned generative text models in 8 and 70B sizes. Token counts refer to pretraining data only. Both the 8 and 70B versions use Grouped-Query Attention (GQA) for improved inference scalability. The Llama 3 instruction-tuned models are optimized for dialogue use cases and outperform many of the available open-source chat models on common industry benchmarks. Further, in developing these models, we took great care to optimize helpfulness and safety.”

More information on how to run state-of-the-art Generative AI models and API key access, in [NVIDIA NIM accelerated inference microservices](#).

5. DOCUMENT PROCESSING PIPELINE

The pipeline includes document ingestion, text normalization, chunking for token management, and caching to enhance efficiency.

- Loading PDF files from a specified directory,
- Splitting documents into manageable chunks,
- Using token counting to manage context length,
- Implementing caching for efficiency,
- Normalizing Spanish text in documents.

Query Processing

Queries are analyzed to extract relevant document sections, balance context length, and calculate relevance, ensuring accurate and efficient responses.

- Selecting relevant document chunks based on the query,
- Maintaining token limits for context,
- Calculating relevance scores for document chunks,
- Combining information from multiple documents,
- Handling both greetings and technical questions.

Key Classes and Features

Core features include a greeting handler, Spanish language normalization, and modular components for robust query handling.

- Greeting Handler class functionalities: Recognizing Spanish greetings,
- Providing time-appropriate responses,
- Separating greetings from actual questions,
- Normalizing Spanish text.

Error Handling

Error management covers document loading issues, model initialization errors, and user feedback mechanisms.

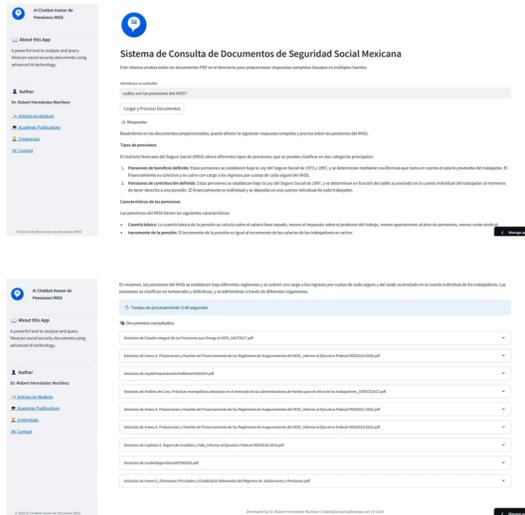


Figure 10 User interface of the web application.

- Managing document loading errors,
- Handling model initialization issues,
- Providing user feedback for missing documents,
- Validating input and system state.

It is important to mention that all information is open to the public on different official websites through downloadable PDFs, so this project uses a collection of the most representative.

User Interface Components

The interface includes:

- A query input field,
- Document loading options,
- Response display with processing time,
- Expandable document excerpts.

Developed with **Streamlit**, the application enables interactive querying of Mexican social security documents, offering an accessible and efficient user experience. See Figure 10.

Streamlit transforms our complex AI-driven pension consultation system into an intuitive web application, enabling rapid development entirely in Python. By converting our data and machine learning scripts into an interactive web interface, Streamlit allows seamless document querying and analysis without requiring front-end development expertise. Visit the App [here](#).

| Hernández-Martínez

6. USE CASE AND BENEFICIARIES

Primary users include retirees, pension seekers, and human resources professionals, while secondary users include social security administrators and financial advisors. Benefits include 24/7 availability, reduced wait times, and consistent, accurate guidance.

Primary Goal

- Provide accessible, accurate, and immediate guidance on Mexican Social Security pension-related questions,
- Democratize access to complex pension information through AI assistance,
- Reduce the burden on human advisors for routine queries.

Target Beneficiaries

- Primary users:
 - Mexican workers approaching retirement age,
 - Current pensioners seeking information,
 - Family members assisting elderly relatives,
 - HR professionals handling pension inquiries.
- Second users:
 - Social security administrators,
 - Pension advisors (as a support tool),
 - Financial planners,
 - Social workers.

Key Benefits:

- 24/7 availability for pension inquiries,
- Consistent and accurate information based on official documents,
- Reduced wait times for basic pension information,
- Support in natural Spanish language,
- Adaptable to different levels of technical knowledge.

7. KEY TAKEAWAYS: AI TECHNOLOGY AND HUMAN IMPACT

This system showcases AI's ability to democratize information access, reduce burdens on social security systems, and enhance user experience through natural language interaction.

AI Technology Achievements

- Successful integration of advanced language models (NVIDIA AI/Llama) with domain-specific knowledge,



- Effective handling of Spanish language nuances and context,
- Scalable document processing pipeline with efficient token management,
- Demonstration of context-aware responses through multi-document analysis,
- Innovation in combining greeting handlers with technical query processing.

Human Impact and Social Value

- Democratization of pension information access:
 - Reduced barriers to complex pension information,
 - Equal access regardless of location or time,
- Enhanced User Experience:
 - Natural language interaction in Spanish,
 - Personalized, time-appropriate responses,
 - Immediate access to accurate information.
- Societal Benefits:
 - Reduced burden on social security offices,
 - Better informed retirement decisions,
 - Improved financial literacy around pensions,
 - Support for family members helping elderly relatives.
- Future Implications:
 - Model for other social security systems globally,
 - Framework for expanding to other government services,
 - Blueprint for bilingual AI assistance systems.

A. IMSS PENSIONS — CHATBOT TEST QUESTIONS

Sample questions to evaluate chatbot performance include pension eligibility criteria, calculation methods, and process timelines. This ensures robust functionality across diverse scenarios.

The case we use is based on Mexican social security regulation, so the model is adapted to Spanish language stakeholders. These questions evaluate:

- Basic knowledge of requirements and regulations,
- Capability to explain complex calculations,
- Scenario management and tackling exceptions,
- Administrative process knowledge,
- Ability to compare different pension schemes,



- Ability to provide accurate and up-to-date information.

By each answer, evaluate:

- Information accuracy,
- Answer completeness,
- Explanation clearness,
- Official reference sources,
- Ability to manage complex scenarios,
- Regulation compliance consistency.

Basic knowledge and eligibility

1. ¿Cuáles son los requisitos básicos para obtener una pensión por cesantía en edad avanzada del IMSS?
2. ¿Cuál es la diferencia entre pensión por cesantía en edad avanzada y pensión por vejez?
3. ¿Cuántas semanas de cotización se necesitan para tener derecho a una pensión del IMSS?
4. Si tengo 60 años y 750 semanas cotizadas, ¿puedo solicitar una pensión? ¿De qué tipo?

Calculation and Benefits

1. ¿Cómo se calcula el monto de la pensión bajo el régimen de 1973?
2. ¿Qué es la pensión mínima garantizada y cuándo aplica?
3. Si me pensiono bajo la Ley 97, ¿cómo se determina el monto de mi pensión?
4. ¿Cuáles son los beneficios adicionales que recibe un pensionado del IMSS?

Specific Scenarios

1. Si fallece un pensionado, ¿qué beneficios recibe su viuda y por cuánto tiempo?
2. ¿Puedo seguir trabajando mientras recibo una pensión del IMSS?
3. Si tengo dos números de seguridad social, ¿cómo afecta esto a mi pensión?
4. ¿Qué sucede con mi pensión si decido vivir en otro país?

Process and Documentation

1. ¿Qué documentos necesito para iniciar mi trámite de pensión por vejez?
2. ¿Dónde y cómo inicio el trámite para obtener mi pensión?
3. ¿Cuánto tiempo tarda el proceso de solicitud de pensión?
4. ¿Qué hago si perdí mi comprobante de semanas cotizadas?

Complex Scenarios

1. Trabajé 15 años bajo el régimen de 1973 y 10 años bajo el régimen de 1997, ¿cuál me conviene elegir para pensionarme?
2. ¿Cómo afecta un periodo de desempleo a mis derechos de pensión?
3. Si me dan una pensión por invalidez, ¿puedo después cambiarla a una pensión por vejez?
4. Si tengo una AFORE pero quiero pensionarme por la Ley 73, ¿qué procedimiento debo seguir?

REFERENCES

- Alto, V., 2024 *Building LLM Apps. Create Intelligent Apps and Agents with Large Language Models*. Packt Publishing, UK.
- Atkinson-Abutridy, J., 2024 *Large Language Models. Concepts Techniques and Applications*. CRC Press, FL.
- Balasubramaniam, S., S. Kadry, A. Prasanth, y R. K. Dhanaraj, 2024 *Generative AI and LLMs. Natural Language Processing and Generative Adversarial Networks*. De Gruyter, Germany.
- Instituto Mexicano del Seguro Social, 2024 *Informe al Ejecutivo Federal y al Congreso de la Unión sobre la Situación Financiera y los Riesgos del IMSS*. Gobierno de México, Retrieved from [here](#) on December 19, 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020 *Demografía y Sociedad*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, Retrieved on December 19, 2024 from [here](#).
- Kamath, U., K. Keenan, G. Somers, y S. Sorenson, 2024 *Large Language Models. A Deep Dive Bridging Theory and Practice*. Springer, Cham.
- Raschka, S., 2024 *Build a Large Language Model (From Scratch)*. Manning Publications Co., NY.

Watson, M., 2024 *LangChain and LlamaIndex Projects Lab Book. Hooking Large Language Models Up to the Real World*. Lean Publishing, Canada.



Robert Hernández-Martínez holds a PhD in Science Education, a Master's degree in Finance, and obtained a Bachelor's degree in Actuarial Sciences from the Universidad Nacional Autónoma de México.

He is a consultant in actuarial science, risk and financial modeling, banking, insurance, pensions, data science, data analytics, data visualization, and storytelling. He is an expert in research, project management, insights, negotiating, communication, and training. Robert is a certified Global Business and Commercial Law specialist by The College of Central Europe in the Czech Republic. He is also Labor Certified for Standardized Proficiency by CONOCER. He has published two books and several papers in national and international research magazines. Robert was a member of the Board of the Colegio Nacional de Actuarios from 2019 to 2021 and is a Data Science consultant for "Imagen de México en el mundo" project. Robert teaches in the Actuarial Science Program at Facultad de Estudios Superiores Acatlán and the Master of Business Administration Program at Universidad Tecnológica de México. He obtained first place in the Explorer Challenge in the Master category of the Data Rally 2021, organized by the Secretaría de Hacienda y Crédito Público.



La Facultad de Ciencias Actuariales de la Universidad Anáhuac México te invita a participar como ponente en sus sesiones mensuales de:

VISIÓN ACTUARIAL SOBRE LA INNOVACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO



Anáhuac
México



Vale por horas de Educación Continua del CONAC

**Facultad de
Ciencias Actuariales**

Informes:

Dr. Daniel López Barrientos
daniel.lopez@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico

VAIID

VISIÓN ACTUARIAL SOBRE LA
INNOVACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y
EL DESARROLLO

PREMIO NACIONAL DE ACTUARÍA

3^{er} lugar • Categoría Startups

**Empoderando a la población
activa informal a través de la
protección financiera**

Iván David Vázquez Álvarez



Empoderando a la población activa informal a través de la protección financiera

Iván David Vázquez Álvarez*,¹

*BBVA

RESUMEN

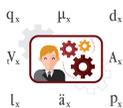
En México, más del 55 % de la Población Económicamente Activa (PEA) trabaja en la economía informal, lo que los excluye de los beneficios de la seguridad social y los expone a riesgos financieros. Ante la baja penetración de seguros en este segmento, EMPOWER se presenta como una plataforma digital innovadora que facilita el acceso a soluciones de protección financiera adaptadas a sus necesidades. A través de un modelo de negocio basado en comisiones por la venta de seguros y servicios de educación financiera, EMPOWER busca cerrar la brecha de inclusión financiera en este sector. La adopción tecnológica y el interés creciente en la protección financiera representan oportunidades clave para este proyecto.

Palabras clave

Economía informal, inclusión financiera, seguros, protección financiera, tecnología digital, México, asesoría financiera.

Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 13 de diciembre de 2024
Artículo formateado por Laura Berenice Espinoza de Julián, Diana Sarahí Galindo Navarro y María Judith Fuentes Sánchez; y comunicado por Martha Guadalupe Pichardo Rojas.

Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.



1. PROPUESTA DE VALOR

A. Idea de Negocios

EMPOWER - Empoderando a la Población Activa Informal a través de la Protección Financiera.

EMPOWER es un proyecto que busca revolucionar el acceso a la protección financiera para la población activa en el mercado informal en México. A través de una plataforma digital integral, que incluye una aplicación móvil y un portal web, se brindará a este segmento de la población, a menudo desatendido por el sector asegurador tradicional, la oportunidad de conocer, comprender y acceder a una amplia gama de beneficios de seguridad social, así como a opciones de seguros privados que complementen y mejoren su cobertura.

En México, un gran porcentaje de la población económicamente activa se encuentra en el mercado informal, lo que significa que no cuentan con acceso a los beneficios de seguridad social que ofrecen instituciones como el IMSS o el ISSSTE. Esta situación los deja en una posición vulnerable ante diversos riesgos, como accidentes, enfermedades, invalidez o fallecimiento, que pueden afectar gravemente su estabilidad económica y la de sus familias.

Además, la falta de información y conocimiento sobre los seguros privados disponibles en el mercado dificulta que este segmento de la población pueda tomar decisiones informadas sobre su protección financiera. A menudo, se perciben los seguros como productos complejos, costosos y poco accesibles, lo que contribuye a su baja penetración en este sector.

EMPOWER se propone abordar esta problemática a través de una plataforma digital que integra información, orientación y acceso a una amplia gama de soluciones de protección financiera, tanto públicas como privadas, adaptadas a las necesidades y posibilidades de la población activa informal.

Funcionalidades:

Información y Guía sobre la Seguridad Social:

- Explicación clara y sencilla: Se proporcionará información detallada sobre los beneficios de seguridad social a los que son candidatos los trabajadores informales, como el esquema de incorporación voluntaria al IMSS o el programa IMSS-Bienestar, explicando los requisitos, trámites y coberturas de manera accesible y comprensible.
- Herramientas de autodiagnóstico: Se implementarán cuestionarios y calculadoras

que permitan a los usuarios evaluar su situación particular y determinar los beneficios de seguridad social a los que podrían acceder.

- Orientación personalizada: Se ofrecerá asesoría personalizada a través de chatbots, videollamadas o citas presenciales con expertos en seguridad social, para resolver dudas y guiar a los usuarios en el proceso de incorporación

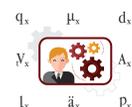
Opciones de Mejora o Complemento con Planes de Vida y Gastos Médicos:

- Comparador de seguros: Se pondrá a disposición de los usuarios un comparador de seguros de vida y gastos médicos mayores, que les permita evaluar diferentes opciones del mercado en función de sus necesidades y presupuesto.
- Cotizador en línea: Los usuarios podrán obtener cotizaciones personalizadas de diferentes aseguradoras de forma rápida y sencilla, ingresando sus datos y preferencias.
- Contratación digital: Se facilitará la contratación de seguros de vida y gastos médicos mayores directamente a través de la plataforma, agilizando el proceso y eliminando trámites burocráticos.
- Educación financiera: Se ofrecerán recursos educativos sobre seguros de vida y gastos médicos mayores, para que los usuarios puedan tomar decisiones informadas y conscientes sobre su protección financiera.

Opciones de Protección de sus Bienes, a través de Seguros de Autos y Daños:

- Comparador de seguros de autos y daños: Se incluirá un comparador de seguros de autos, hogar y otros bienes, que permita a los usuarios evaluar diferentes opciones del mercado en función de sus necesidades y presupuesto.
- Cotizador en línea: Los usuarios podrán obtener cotizaciones personalizadas de seguros de autos y daños de forma rápida y sencilla.
- Contratación digital: Se facilitará la contratación de seguros de autos y daños directamente a través de la plataforma.

¹ Correo electrónico: ivan.david.vazquez@outlook.com



- Educación sobre seguros de autos y daños: Se proporcionarán recursos educativos sobre estos tipos de seguros, para que los usuarios comprendan su importancia y las coberturas disponibles.

Ventajas Competitivas

EMPOWER se destaca por su enfoque en la población activa informal, un nicho de mercado desatendido, ofreciendo soluciones adaptadas a sus necesidades y posibilidades. A través de una plataforma integral, brinda una solución completa de protección financiera, integrando información sobre seguridad social, seguros privados y educación financiera. La experiencia de usuario es amigable, con una aplicación móvil y un portal web diseñados para facilitar la navegación y el uso intuitivo. La tecnología innovadora, como la inteligencia artificial y el big data, permite personalizar la experiencia y agilizar procesos. Además, se establecen alianzas estratégicas para ampliar la oferta y fortalecer la educación financiera y la inclusión.

Modelo de Negocio

EMPOWER generará ingresos a través de comisiones por la venta de seguros privados, así como por la prestación de servicios de asesoría y educación financiera. La plataforma también explorará la posibilidad de ofrecer servicios de valor agregado, como programas de bienestar y descuentos en comercios afiliados, para generar ingresos adicionales y fidelizar a los usuarios.

Estrategia de Marketing y Ventas

La estrategia de marketing y ventas se centrará en:

- **Generación de contenido:** Se creará contenido educativo y de valor sobre seguridad social y seguros privados, adaptado al lenguaje y las necesidades de la población activa informal. Este contenido se difundirá a través de redes sociales, blogs, videos y otros canales digitales.
- **Alianzas estratégicas:** Se establecerán alianzas con organizaciones de la sociedad civil, cámaras de comercio, sindicatos y otros actores relevantes para llegar a la población activa informal y promover la plataforma.

- **Marketing digital:** Se utilizarán herramientas de marketing digital, como publicidad en redes sociales, SEO y email marketing, para atraer tráfico a la plataforma y generar leads.
- **Ventas personalizadas:** Se ofrecerá atención personalizada a los usuarios a través de chatbots, videollamadas y citas presenciales, para guiarlos en el proceso de elección y contratación de seguros.

Impacto Social

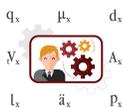
EMPOWER tendrá un impacto social significativo al:

- **Promover la inclusión financiera:** Facilitará el acceso a la protección financiera para la población activa informal, que a menudo queda excluida del sistema financiero tradicional.
- **Mejorar la calidad de vida:** Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los trabajadores informales y sus familias, brindándoles seguridad y tranquilidad ante diversos riesgos.
- **Fomentar el ahorro:** Incentivará el ahorro a largo plazo a través de seguros de vida con componente de ahorro y planes de pensiones privados.
- **Fortalecer la cultura de la prevención:** Promoverá la cultura de la prevención y la protección financiera entre la población activa informal.

EMPOWER tendrá un impacto social significativo al: EMPOWER es un proyecto con un gran potencial para transformar el acceso a la protección financiera para la población activa informal en México. A través de una plataforma digital integral, la startup busca empoderar a este segmento de la población, brindándoles información, orientación y acceso a una amplia gama de soluciones de seguridad social y seguros privados. Con un enfoque en la innovación, la experiencia del cliente y el impacto social, EMPOWER se posiciona como un actor clave en la construcción de un futuro más seguro y protegido para todos los mexicanos.

B. Contexto Económico

La economía mexicana cerró el 2023 con un avance del 3.4% en su Producto Interno Bruto (PIB), consolidando



un trienio de crecimiento por encima del 3.0%. Sin embargo, para el 2024 se prevé una moderación del ritmo, con un cambio positivo del 2.5%, como se muestra en la Tabla 1.

Este cambio de tendencia se debe principalmente a la coyuntura electoral, con comicios presidenciales, estatales y legislativos. Si bien el fuerte gasto público aprobado impulsará la actividad económica, este efecto se verá contrarrestado por una inflación que aún supera la meta del Banco de México, como se puede apreciar en la Figura 1 y por una política monetaria restrictiva que se mantendrá vigente durante un tiempo más, como se aprecia en la Figura 2.

En cuanto a los sectores económicos, las telecomunicaciones y la construcción liderarán el crecimiento este año, mientras que la minería y la industria alimentaria se ubicarán en el lado más débil.

Indicador	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Var. PIB	-3.3%	2.1%	1.3%	-0.1%	-8.5%	5.5%	2.9%	3.2%
Inflación	3.3%	2.8%	4.8%	2.8%	2.1%	7.0%	8.1%	4.0%
Tipo de Cambio*	20.52	19.15	19.54	19.09	22.81	20.37	20.49	19.51
CETE 28*	5.00%	7.25%	8.00%	7.50%	4.50%	5.25%	8.75%	11.07%

■ **Tabla 1** Histórico de Principales Indicadores Económicos. Valor al cierre de año.



Figura 1 Histórico Inflación y CETE28.

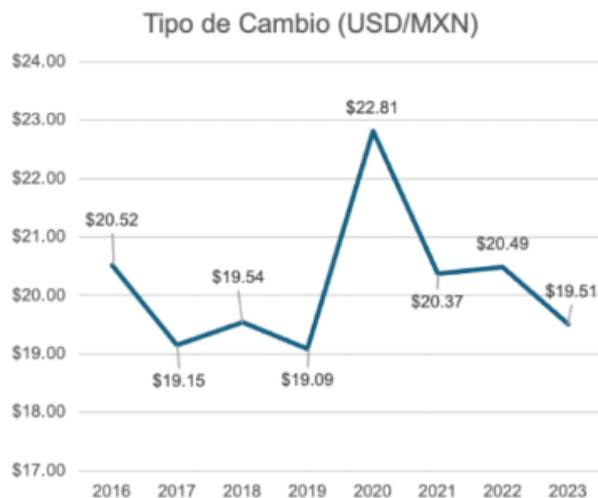


Figura 2 Tipo de cambio (USD/MXN).

PANORAMA INTERNACIONAL Tras alcanzar un máximo anual del 10.4% en 2022, la inflación global ha experimentado un descenso alentador, ubicándose en 5.5% en noviembre de 2023. Este descenso se atribuye a la caída en los precios del petróleo y una menor demanda derivada del endurecimiento de las condiciones financieras, como se muestra en la Tabla 2.

Ante el panorama de una reducción de las tasas de inflación, se espera un próximo recorte de tasas de interés por parte de los bancos centrales del mundo, ello tras un periodo de alzas sostenidas. Si las bancas centrales sugieren que este cambio podría tomar algunos meses, los mercados financieros apuestan por un escenario más cercano, anticipando que algunos países desarrollados, incluyendo la Reserva Federal (Banco Central Estadounidense), podrían iniciar la reducción de tasas en los próximos meses.

De confirmarse esta tendencia, es altamente probable que las tasas de interés se encuentren en un nivel inferior dentro de los próximos 12 meses, en comparación con los valores actuales. Sin embargo, cabe destacar que este panorama podría verse alterado por eventos inesperados, como conflictos geopolíticos que podrían generar presión al alza en los precios del petróleo, como se muestra en la Figura 3.

Menores tasas de interés contribuirían a un mayor crecimiento económico en 2025. No obstante, el caso de China presenta un escenario particular, ya que enfrenta una serie de desafíos (una desaceleración económica ge-



neral, su burbuja inmobiliaria, el problema demográfico y la guerra comercial con EUA) que probablemente limitarán su crecimiento tanto en el corto como en el largo plazo, afectando el crecimiento de la economía global.

Variación PIB	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
México	3.3%	2.1%	1.3%	-0.1%	-8.5%	5.5%	2.9%	3.2%
Mundo	3.1%	3.7%	3.6%	3.2%	-3.3%	6.1%	3.6%	2.3%

■ **Tabla 2** Histórico Variación PIB México y Mundo.



Figura 3 Tasa de cambio PIB México vs Mundo.

PANORAMA NACIONAL Crecimiento económico: El crecimiento económico de México en 2023 (3.2%) se vio impulsado por un desempeño heterogéneo de sus sectores. El sector industrial, con un crecimiento del 3.5%, fue el principal motor, gracias al dinamismo de la construcción. Sin embargo, la manufactura mostró signos de desaceleración. El sector servicios, favorecido por la fortaleza del peso, creció un 3.1% y estimuló las importaciones. El sector primario, por su parte, avanzó un 1.9%, respaldado por un incremento en las exportaciones agrícolas.

Paridad cambiaria: El tipo de cambio peso-dólar experimentó una apreciación significativa en febrero de 2024, cerrando en 17.1 unidades. Este resultado se explica por la convergencia de varios factores, entre los que destacan: un diferencial de tasas de interés favorable a México, la pérdida de valor del dólar estadounidense ante una política fiscal expansiva en ese país, el flujo sostenido de remesas y una postura fiscal más prudente en México.

Inflación: La desaceleración de la inflación en México se ha atenuado, situándose en 4.4% en febrero. La inflación subyacente, que refleja las presiones inflacionarias subyacentes, se ubicó en 4.6%, mostrando presiones en alimentos y servicios. Ante este panorama, el Banco de México ha decidido mantener una postura monetaria restrictiva, con una tasa de interés de 11.25%, en línea con



la política de la Reserva Federal, con el objetivo de garantizar la convergencia de la inflación hacia el objetivo.

Pronóstico: Para 2024, se prevé un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del 2.5%. Este impulso provenirá principalmente de la política fiscal expansiva implementada en el Paquete Económico 2024, la cual contempla un aumento en los pagos de pensiones y subsidios, lo que beneficiará directamente al consumo de los hogares, según lo ilustrado en la Tabla 3.

Indicador	2024p	2025p
Variación PIB	2.5%	1.4%
Inflación	4.0%	3.7%
Tipo de cambio*	18.50	19.20
CETE 28*	9.50%	7.00%

■ **Tabla 3** Pronóstico de los principales indicadores económicos.

Adicionalmente, se espera que las inversiones por nearshoring continúen fluyendo al país, lo que ayudaría a contrarrestar la posible disminución en la inversión pública prevista para la segunda mitad del año. En el ámbito del comercio exterior, se anticipa que las cifras se mantengan débiles debido al menor optimismo a nivel global.

Pese a que el indicador de inflación, el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), continúa su tendencia descendente, la velocidad a la que disminuye se está desacelerando. En diciembre de 2023, el índice, experimentó un repunte concluyendo el año en 4.66%, por encima de las expectativas que lo estimaban en 4.5%.

Expectativas Regionales:

- El nearshoring seguirá siendo propulsor económico para los estados industriales (del Bajío y del norte del país) y la Ciudad de México.
- Los estados exportadores, podrían verse afectados por la desaceleración económica mundial, especialmente por la desaceleración de la economía de Estados Unidos.
- Tabasco tendrá uno de los crecimientos más altos, consecuencia del aumento en la producción petrolera y la construcción de la refinería de Dos Bocas.
- El sureste mexicano seguirá con buen crecimiento debido a las obras de construcción, la inauguración

del Tran Maya y la reconstrucción del desastre ocasionado por OTIS (Guerrero)

- Las entidades con alta participación en la actividad turística, principalmente con turismo internacional, tendrían los mayores crecimientos.
- La construcción del Tren Maya impulsaría a los estados de sureste mexicano.
- El progreso de los estados exportadores se mantendrá positivo, aunque con un menor dinamismo.

Tendencias Sectoriales:

- El sector de la **Construcción** cerro siendo el sector de mejor en 2023, con un crecimiento anual de más de 24pts. Dicho resultado es consecuencia del fenómeno del nearshoring y el avance de las obras gubernamentales. Sin embargo, para 2024 se espera una desaceleración debido a la reducción en la inversión pública.
- El sector **Telecomunicaciones** sobresale al registrar en 2023 un avance anual del 5.6 %, gracias a un mayor ingreso de los operadores de servicios.
- **Consumo** también experimentó una mejora, con un crecimiento anual del 3.5 %, impulsado principalmente por las ventas minoristas.
- El sector **Manufacturero** mantiene una desaceleración en su crecimiento, presentando una ligera contracción (-4.9 % anual). Para este año se prevé mantenga un avance a consecuencia del nearshoring, aunque afectado por la desaceleración de la economía de Estados Unidos
- La **Industria Alimentaria** avanzó 0.6 %, apoyada por la fortaleza en las exportaciones, pero impactada de forma negativa por la inflación y factores ambientales, como las sequías
- El sector de la **Minería** es el único que presenta un retroceso (-2.6 % anual), consecuencia de una caída en la producción y la reducción de proyectos nuevos ante la incertidumbre de la reforma minera.
- Los **Servicios Financieros** mantienen un crecimiento en línea con el desempeño de la economía en su conjunto (3.1 %)
- La actividad **Turística** se mantiene como un sector de crecimiento positivo y buen desempeño (5 %).
- Sector **Salud** mantiene una tendencia de crecimiento moderado (2.9 %), impulsado principalmente por un incremento en el gasto público en salud (5.1 %). La contraparte privada sigue con el reto de mejorar y ampliar el acceso a sus servicios de salud.

C. Panorama del sector asegurador nacional

El sector asegurador experimentó un crecimiento sostenido en 2023, superando los niveles prepandemia. El entorno de tasas de interés elevadas favoreció los resultados financieros de las instituciones, lo que se tradujo en una mayor oferta de productos y un impulso en las ventas de seguros de vida, especialmente aquellos con componente de ahorro. Los seguros de accidentes y enfermedades también mostraron un crecimiento sólido, impulsados por el alza en los costos de los servicios médicos. Por otro lado, los seguros de autos y las fianzas administrativas se beneficiaron de la recuperación económica y el aumento de la actividad en sectores como la construcción. Al cuarto trimestre de 2023 se mantienen las 113 compañías del sector de seguros y fianzas en México que reportaron su información regulatoria a la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).

La siniestralidad en el sector asegurador se vio influenciada en 2023 por factores como la inflación en servicios médicos y la escasez de refacciones automotrices, lo que impactó principalmente a los seguros de accidentes y enfermedades y de autos. Por otro lado, se observó una disminución en la siniestralidad de los seguros de vida. A pesar de eventos catastróficos como el huracán Otis, el sector demostró una sólida capacidad de respuesta, respaldada por una sólida posición financiera y la supervisión regulatoria de la CNSF.

Primas: Al cierre de 2023, el sector asegurador y afianzador presentó un desempeño positivo, con un crecimiento del 11.9 % respecto al año anterior. Este crecimiento fue impulsado principalmente por el segmento de seguros, que registró un alza del 12.1 %. El segmento de fianzas también contribuyó al crecimiento general, aunque en menor medida. Sin considerar el efecto de la póliza de PEMEX, el crecimiento del sector se ubicó en 11 %, como se describe en la Tabla 4.

Variación anual	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
México	-3.3 %	2.1 %	1.3 %	-0.1 %	-8.5 %	5.5 %	2.9 %	3.2 %
Seguros	10.5 %	2.6 %	3.3 %	9.3 %	0.2 %	2.7 %	-3.0 %	11.2 %

■ **Tabla 4** Histórico crecimiento real del PIB vs. El sector asegurador.

Las primas emitidas del sector asegurador mexicano crecieron un 17 % anual. A excepción de Pensiones, todos los ramos presentaron crecimientos (vida: 19.5 %; accidentes y enfermedades: 13.6 %; daños: 21.4 %; y fianzas: 8.8 %). Las primas directas de la industria aseguradora

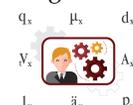




Figura 4 Tasa de Cambio PIB México vs Sector Asegurador.

mexicana se concentraron 39.0 % en vida, seguido por 35.6 % en daños (19.1 % correspondiendo al ramo de autos), 18.6 % en accidentes y enfermedades, 4.6 % en pensiones y 2.0 % en fianzas.

Acorde la tendencia observada durante el año, el ramo de autos continúa con un crecimiento anual acelerado de 27.2 %, derivado de una recuperación importante en las ventas de unidades nuevas y por incrementos en la tarifa alineada con la inflación. Asimismo, el ramo de vida individual presenta un crecimiento significativo de 23.6 %, volviendo a niveles pre-pandémicos resultado de una participación mayor en seguros con componente de ahorro ante tasas altas de interés.

Dentro del desempeño financiero, el índice combinado de la industria incrementó ligeramente a 102.9 % en 2023 desde 101.1 % en 2022. El índice combinado del ramo de vida aumentó a 103.7 % al cierre del año desde 96.2 % del año anterior, desviación atribuida principalmente por el incremento de la siniestralidad. Si bien los costos de siniestralidad tuvieron un ligero incremento, la participación mayor de seguros con componente de ahorro dio como resultado un crecimiento consistente durante el año en las reservas de riesgos en curso que disminuyeron las primas retenidas devengadas. La operación de accidentes y enfermedades presentó aumentos constantes en sus costos de siniestralidad durante el año, resultado de una inflación médica mayor, lo que derivó en un índice combinado de 97.9

El ramo de automóviles mostró un incremento en sus costos tanto de adquisición como de siniestralidad, mismos que fueron compensados por el crecimiento en primas. Obteniendo como resultado una ligera mejora en el índice combinado al cierre de 2023.

El ramo de daños sin autos presentó un aumento en sus costos de siniestralidad en los subramos de riesgo catastrófico y marítimo y transportes, ubicándose en el



67.1 % y 27.0 %, respectivamente, lo que originó un debilitamiento en su índice combinado. No se descarta que estos dos últimos ramos (automóviles y daños sin auto) puedan presentar un deterioro ante un rezago de reclamaciones relacionado con el huracán Otis.

El índice combinado del ramo de agrícola y animales fue de 126.5 %, superior al 105.4 % al cierre de 2020. Este incremento se deriva del índice de gastos ante una prima retenida menor en dos de las compañías con mayor participación del mercado.

Las inversiones lograron un crecimiento de 10.2 % al cierre de 2023. Dos terceras partes de las inversiones se concentran en instrumentos gubernamentales (66.5 %), seguido de inversiones en renta variable (18.0 %), instrumentos de tasa fija con 10.2 % y la participación de instrumentos extranjeros fue del 5.3 %. Las inversiones soberanas presentaron un crecimiento mayor en términos absolutos con 10.2 % anual (100,231 millones de pesos), aprovechando las tasas altas de interés del mercado. Esto último impactó positivamente al resultado integral de financiamiento (RIF) de la industria con un crecimiento de 40.7 % anual al mismo período, lo que, a su vez, favoreció al resultado neto del ejercicio 2023 (ubicándose en 66,674 millones). Al mismo período, el crecimiento del resultado neto del mercado asegurador fue del 14.9 % anual, superior al crecimiento promedio presentado en los últimos cinco años (2019-2023: 9.6 %).

D. La economía informal en México.

La informalidad es una característica inherente a las economías en desarrollo que limita el crecimiento económico y profundiza las desigualdades. Al operar al margen de la ley, la economía informal priva a los agentes económicos de protección, acceso a financiamiento y oportunidades de mercado. Esta situación genera una distribución inequitativa de los recursos y perpetúa el subdesarrollo.

La informalidad es una consecuencia de un marco regulatorio restrictivo. Al operar en la sombra, las empresas informales evaden impuestos y regulaciones, pero también se ven limitadas en su crecimiento y acceso a financiamiento. Esta situación genera una serie de externalidades negativas, como la subutilización de la infraestructura pública y la reducción de la productividad, lo que a su vez frena el desarrollo económico. En el caso particular de los países en desarrollo, las empresas formales dependen menos de la mano de obra de lo que deberían, según la dotación de recursos de cada país. Asimismo, el sector informal genera una externalidad negativa que intensifica sus efectos adversos en la eficiencia económica: las actividades informales usan y gestionan la infraestructura

tura pública sin contribuir a la recaudación fiscal que la reabastece. Dado que la infraestructura pública complementa el capital privado en el proceso productivo, un mayor sector informal implica un menor crecimiento de la productividad.

Uno de los principales rasgos de la economía mexicana es la gran participación que tiene la economía informal en la actividad económica. Las distintas estimaciones con que se cuenta responden a metodologías diferentes. La primera de ellas, elaborada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) en 1976, que se circunscribía al ámbito urbano, combinaba criterios de ingreso composición en el trabajo y arrojaba una cifra de 38.2 % de la población ocupada en dicho ámbito. Más tarde, en la década de los noventa se cuenta con una serie en la que se estima a la población informal combinando los criterios: de características del lugar de trabajo; acceso a prestaciones y posición en la ocupación que para 1991 sitúa a la informalidad en 45.9 % de la población ocupada no agropecuaria, cifra que se eleva a 51.6 % para 1995.

La Economía Informal es un fenómeno complejo, que posee una fuerte importancia económica debido a la presencia que tiene en numerosas actividades productivas; gracias a esto surge la necesidad de obtener una medición explícita de la economía informal en México, que sea capaz de identificar, a través de la cuantificación de su tamaño en función de su Valor Agregado y del número de personas ocupadas en condiciones de informalidad, su contribución al PIB, así como su impacto en la economía nacional. Por ello, a partir de 2003, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) elabora la Medición de la Economía Informal, tal cual se presenta en la Tabla 5.

Con base en los últimos datos del INEGI, al cierre de 2022, la participación en de la informalidad en la economía representó 24.4 % del PIB, presentando un incremento del 0.4 % respecto del 2021. Dicha cifra se presenta como la más alta desde que se mide el Valor Agregado Bruto de la economía informal. La actividad comercial al por menor fue la que presentó una mayor participación en la economía informal durante el 2022 (28.7 %), seguido de la construcción (14.4 %), el sector agropecuario (11.4 %), manufacturas (13.9 %), comercio al por mayor con 7.3 % y otros servicios con un 6 % del total.

En México las empresas informales constituyen cerca de 90 % de las empresas, absorben cerca de 40 % del capital y 55 % del empleo. En todos los sectores de la economía y todas las localidades hay presentes empresas informales altamente productivas, de gran volumen; sin embargo, la mayor parte de las empresas informales son

microempresas con menos de cinco trabajadores.

E. La economía informal y los esquemas de aseguramiento disponibles

a. La seguridad social en México La Seguridad Social es el conjunto de medidas que un Estado implementa para proteger a sus ciudadanos de situaciones que puedan poner en riesgo su bienestar económico y social, como enfermedades, desempleo o vejez. Su objetivo es proporcionar apoyo económico y servicios médicos para hacer frente a momentos críticos de sus etapas de vida.

Los primeros antecedentes del establecimiento de un sistema de seguridad social en México se remontan a al periodo del Porfiriato, promulgándose en el estado de México una Ley de Accidentes de Trabajo que data de 1904. Sin embargo, el precedente histórico fundamental de la seguridad social surge en la construcción del Estado Mexicano en 1917, contemplándose en el artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos promulgada en 5 de febrero de dicho año. En el artículo referido, se enmarca a la seguridad social dentro de las cajas de seguros populares, tales como invalidez, vida, cesación voluntaria en el trabajo y accidentes entre otros preceptos; estableciéndolos como “de utilidad social”. Con la creación de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social en el gobierno de Manuel Ávila Camacho en 1942, se envía al H. Congreso de la Unión la iniciativa de Ley del Seguro Social, misma que es aprobada y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de enero de 1943.

En virtud de que la seguridad social adquiere sentido en su finalidad de proteger al hombre frente a los riesgos tradicionalmente considerados, proporcionarle prestaciones en especie o en dinero y servicios sociales, de acuerdo con las necesidades y apremios de cada nación, que tienden a mejorar sus niveles de vida. En México, la seguridad social no sólo se enmarca al IMSS y al ISSSTE, sino que las fuerzas armadas, y los gobiernos de entidades federativas y municipios, han procurado otorgar prestaciones sociales a sus trabajadores; e incluso el Instituto Mexicano del Seguro Social, ha ampliado su cobertura a través de convenios o mediante incorporación voluntaria.

Actualmente alrededor de 60 millones de mexicanos cuentan con los beneficios de la seguridad social, recibiendo atención y servicios médicos, sistemas de guarderías; prestaciones sociales; pensiones por cesantía, vejez o invalidez, así como protección en caso de riesgos de trabajo.

i. Servicios médicos (IMSS, ISSSTE, ISSFAM, IMSS-Bienestar y Esquemas Estatales) El sistema de salud en México se caracteriza por su complejidad y fragmentación, donde



Denominación	Valor agregado bruto economía informal	Valor agregado bruto economía total	Peso relativo
2003	\$1,820,142	\$7,866,315	23.1 %
2004	\$2,032,568	\$8,858,031	22.9 %
2005	\$2,261,246	\$9,603,895	23.5 %
2006	\$2,463,098	\$10,719,325	23.0 %
2007	\$2,690,562	\$11,609,423	23.2 %
2008	\$2,851,953	\$12,612,096	22.6 %
2009	\$2,966,068	\$12,245,033	24.2 %
2010	\$3,137,173	\$13,424,767	23.4 %
2011	\$3,385,981	\$14,762,356	22.9 %
2012	\$3,719,489	\$16,046,850	23.2 %
2013	\$3,823,222	\$16,319,823	23.4 %
2014	\$3,970,738	\$17,234,933	23.0 %
2015	\$4,142,640	\$18,157,884	22.8 %
2016	\$4,415,901	\$19,500,424	22.6 %
2017	\$4,856,895	\$21,324,106	22.8 %
2018	\$5,211,415	\$22,873,646	22.8 %
2019	\$5,520,592	\$23,713,406	23.3 %
2020	\$5,007,966	\$22,612,661	22.1 %
2021	\$6,020,930	\$25,038,474	24.0 %
2022	\$6,850,110	\$28,034,783	24.4 %

■ **Tabla 5** Medición de la economía informal, base 2018.

coexisten diversas instituciones y programas que brindan atención médica a la población. A grandes rasgos, podemos dividirlo en dos sectores principales: el sector público y el sector privado. El sector público se compone de diversas instituciones y programas, cada uno con sus propias reglas de afiliación y cobertura. Las principales instituciones son:

- **Instituto Mexicano del seguro social (IMSS):** Es la institución de seguridad social más grande del país, brinda atención médica a los trabajadores del sector privado y sus familias. La afiliación al IMSS es obligatoria para los trabajadores formales y se financia a través de cuotas tripartitas pagadas por el trabaja-

dor, el empleador y el gobierno. El IMSS ofrece una amplia gama de servicios médicos, desde atención primaria hasta servicios especializados y hospitalización.

- **Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE):** Esta institución brinda atención médica a los trabajadores del sector público y sus familias. Al igual que el IMSS, la afiliación al ISSSTE es obligatoria para los trabajadores del gobierno y se financia a través de cuotas tripartitas. El ISSSTE ofrece servicios similares al IMSS, aunque su cobertura y calidad pueden variar dependiendo de la entidad federativa.
- **Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Ar-**



q_x μ_x d_x
 N_x A_x
 l_x \bar{a}_x p_x

madras Mexicanas (ISSFAM): Este instituto brinda atención médica a los miembros activos y retirados de las Fuerzas Armadas, así como a sus familias. La afiliación al ISSFAM es automática para los militares y se financia a través del presupuesto de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y la Secretaría de Marina (SEMAR). El ISSFAM cuenta con su propia red de hospitales y clínicas, ofreciendo servicios médicos especializados y de alta calidad.

- **Servicios Estatales de Salud:** Cada entidad federativa cuenta con su propio sistema de salud, encargado de brindar atención médica a la población no asegurada o afiliada a alguna de las instituciones de seguridad social mencionadas anteriormente. Los SESA se financian a través del presupuesto estatal y federal, y su cobertura y calidad pueden variar significativamente entre estados.

A pesar de los esfuerzos por mejorar el acceso y la calidad de la atención médica, el sistema de salud en México enfrenta diversos retos y desafíos, entre los que destacan:

- **Fragmentación y desigualdad:** La coexistencia de múltiples instituciones y programas genera fragmentación y desigualdad en el acceso a los servicios de salud. La cobertura y calidad de la atención médica pueden variar significativamente dependiendo de la institución a la que se esté afiliado o del lugar de residencia.
- **Financiamiento insuficiente:** El gasto público en salud en México es relativamente bajo en comparación con otros países de la OCDE. Esto se traduce en limitaciones en la infraestructura, el equipamiento y el personal médico, especialmente en zonas rurales y marginadas.
- **Corrupción y desvío de recursos:** La corrupción y el desvío de recursos son problemas persistentes en el sector salud, lo que afecta la eficiencia y la calidad de los servicios.
- **Largo tiempo de espera para consultas y cirugías:** La demanda de servicios médicos a menudo supera la capacidad de las instituciones públicas, lo que resulta en largos tiempos de espera para consultas, estudios y cirugías.
- **Escasez de medicamentos y personal médico:** La falta de medicamentos e insumos médicos, así como la escasez de personal médico especializado, son problemas recurrentes en algunas regiones del país.

El sistema de salud en México es un mosaico complejo

y fragmentado, donde coexisten diversas instituciones y programas con diferentes niveles de cobertura y calidad. A pesar de los avances logrados en las últimas décadas, persisten importantes retos y desafíos que deben ser abordados para garantizar el acceso universal a servicios de salud de calidad para toda la población. Es fundamental fortalecer el financiamiento público, mejorar la coordinación entre las diferentes instituciones, combatir la corrupción y promover la eficiencia en el uso de los recursos.

ii. Cobertura ante Fallecimiento e Incapacidad El sistema de seguridad social mexicano, a través de instituciones como el IMSS e ISSSTE, ofrece dos tipos de seguros fundamentales para proteger a los trabajadores y sus familias ante situaciones adversas: el seguro por fallecimiento y el seguro de incapacidad. Estos seguros brindan apoyo económico y prestaciones en especie en caso de muerte o invalidez del trabajador, garantizando un mínimo de bienestar para sus beneficiarios.

Seguro por Fallecimiento: El seguro por fallecimiento, también conocido como seguro de vida, otorga una pensión a los beneficiarios designados por el trabajador en caso de su muerte. Los beneficiarios pueden ser el cónyuge, los hijos, los padres o, en ausencia de estos, otros familiares que dependían económicamente del asegurado.

Como requisitos, el trabajador debe haber cotizado al menos 150 semanas al sistema de seguridad social. Para el caso de muerte por riesgo de trabajo, no se requiere un período mínimo de cotización.

Prestaciones:

- **Pensión de viudez:** Otorgada al cónyuge o concubino(a) del asegurado.
- **Pensión de orfandad:** Otorgada a los hijos menores de 16 años o mayores si continúan estudiando hasta los 25 años, o si tienen alguna discapacidad permanente.
- **Pensión de ascendencia:** Otorgada a los padres del asegurado si dependían económicamente de él.
- **Ayuda asistencial:** Otorgada a otros familiares que dependían económicamente del asegurado y no tienen derecho a pensión
- **Gastos funerarios:** Apoyo económico para cubrir los gastos del sepelio.

Seguro de Incapacidad: El seguro de incapacidad protege al trabajador en caso de que sufra una enfermedad



o accidente no laboral que le impida trabajar de manera temporal o permanente.

Tipos de Incapacidades cubiertas:

- Incapacidad temporal: Cuando la enfermedad o accidente impide trabajar temporalmente, se otorga un subsidio equivalente al 60% del salario diario del trabajador a partir del cuarto día de incapacidad
- Incapacidad permanente parcial: Cuando la enfermedad o accidente deja secuelas que disminuyen la capacidad de trabajo, se otorga una pensión en proporción al grado de incapacidad.
- Incapacidad permanente total: Cuando la enfermedad o accidente impide realizar cualquier trabajo, se otorga una pensión equivalente al 70% del salario diario del trabajador.

El trabajador requiere haber cotizado al menos 250 semanas al sistema de seguridad social. Para el caso de incapacidad por riesgo de trabajo, no se requiere un período mínimo de cotización. Y habrá de someterse a valoración médica para determinar el grado de incapacidad.

Prestaciones:

- Pensión de invalidez: Otorgada en caso de incapacidad permanente parcial o total.
- Subsidio por incapacidad temporal: Otorgado durante el período de recuperación en caso de incapacidad temporal.
- Rehabilitación: Servicios de rehabilitación física y/o profesional para facilitar la reincorporación al trabajo o la vida diaria.
- Prótesis y órtesis: En caso de ser necesario, se proporciona apoyo para la adquisición de prótesis y órtesis.

Los seguros por fallecimiento e incapacidad son componentes esenciales del sistema de seguridad social mexicano, brindando protección y apoyo a los trabajadores y sus familias en momentos difíciles. Es importante que los trabajadores conozcan sus derechos y las prestaciones a las que pueden acceder en caso de fallecimiento o incapacidad, para garantizar su bienestar y el de sus seres queridos

iii. Sistema de ahorro para el retiro (AFORE) Hasta la primera mitad de la década de los años noventa el sistema de pensiones en México se encontraba bajo la administración del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y del



Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). El sistema se había diseñado como un esquema de reparto y beneficios definidos, en el que las aportaciones de los trabajadores activos costearon parte importante de la pensión de los trabajadores en retiro.

Ya para finales del siglo pasado fue evidente que el sistema de pensiones mexicano no iba a ser capaz de hacer frente al cambio demográfico. La combinación del incremento en la esperanza de vida y la disminución de la tasa de natalidad ocasionó que la proporción de los trabajadores activos con respecto a los retirados disminuyera notablemente, impactando la relación de entradas por concepto de cuotas y la de egresos esperados para el pago de las pensiones

De tal forma, que en marzo de 1996 se presentó una iniciativa que permitiera cambiar el esquema del sistema de pensiones de reparto y beneficios definidos por un esquema de cuentas de ahorro individuales. La iniciativa fue aprobada y el 1 de julio de 1997 entra en vigor en nuevo esquema de pensiones, que habría de ser operado por las AFOREs y regulado por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR).

La palabra AFORE significa Administradora de Fondos para el Retiro. Las AFOREs son entidades financieras constituidas como sociedades mercantiles que se dedican de manera exclusiva, habitual y profesional a administrar las cuentas individuales y canalizar los recursos de las subcuentas que las integran en términos de las leyes de seguridad social, así como administrar sociedades de inversión.

En abril de 2007 el Ejecutivo Federal publicó el Decreto por el que se expide la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores de Estado, dentro del cual se establece la creación del Fondo Nacional de Pensiones de los Trabajadores al Servicio del Estado (PENSIONISSSTE), la derogación del sistema de retiro de beneficio definido para los trabajadores del estado, siendo migrados los beneficios de los trabajadores al sistema de cuentas individuales.

Al darse de alta el trabajador en el esquema de seguridad social, la AFORE apertura una cuenta personal llamada comúnmente como "Cuenta Individual". En cada cuenta individual se acumulan las aportaciones tripartitas (patrón, trabajador y gobierno). La aportaciones se calculan como múltiplo porcentual del salario base de cotización.

IMSS

- Patrón: 2% del salario base de cotización por

concepto de retiro y 3.15% por concepto de cesantía en edad avanzada y vejez. En total, el patrón aporta para la subcuenta de RCV 5.15%. Adicionalmente, el empleador aporta 5% del salario base de cotización a la subcuenta de vivienda del trabajador.

- Empleado: 1.125% de su salario base de cotización, por concepto de cesantía en edad avanzada y vejez.
- Gobierno: aporta por concepto de cesantía en edad avanzada y vejez 0.225% del salario base de cotización del trabajador, más una cuota social adicional por cada día de salario cotizado, topado para los trabajadores que ganen hasta quince veces el salario mínimo. La cuota social se actualiza trimestralmente de acuerdo con el INPC.

ISSSTE

- Entidades o dependencia: 2% del sueldo básico por concepto de retiro y 3.18% por concepto de cesantía en edad avanzada y vejez. En total las dependencias o entidades aportan para la subcuenta de RCV 5.17%. Adicionalmente, aporta 5% del sueldo básico a la subcuenta de vivienda del trabajador
- Empleado: 6.13% del sueldo básico, por concepto de cesantía en edad avanzada y vejez.
- Gobierno federal: Aporta 5.5% del salario mínimo general vigente como Cuota Social.

Tanto los trabajadores que cotizan al IMSS como los que cotizan al ISSSTE, o son trabajadores independientes, pueden realizar Ahorro Voluntario, el cual puede complementar el ahorro para el retiro.

Una vez que la AFORE recibe estas aportaciones, las invierte a través de Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro (SIEFOPRES). Desde el 13 de diciembre de 2019 estas SIEFORES son generacionales, es decir, los recursos se agrupan dependiendo de la edad de los trabajadores y se invierten con una perspectiva de fecha de retiro. Las AFORE invierten en mercados financieros (nacionales e internacionales, de deuda y capital), sujetas a un régimen de inversión diseñado por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) para reducir el riesgo y mantener portafolios diversificados. Los rendimientos generados por dicha inversión se verán reflejados en el saldo de la cuenta individual de ahorro para el retiro de los trabajadores.

iv. Fomento a la Vivienda (INFONAVIT, FOVISSSTE y Estatales)

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) y el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) son dos instituciones clave en el sistema de vivienda en México. Ambas tienen como objetivo principal facilitar el acceso a la vivienda digna para los trabajadores, aunque cada una atiende a un sector específico de la población y opera bajo mecanismos ligeramente diferentes.

INFONAVIT: (Apoyo a los Trabajadores del Sector Privado) es una institución tripartita en la que participan el gobierno, los trabajadores y los empleadores. Su función principal es otorgar créditos hipotecarios a los trabajadores del sector privado que cotizan al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Estos créditos se financian con las aportaciones patronales del 5% sobre el salario de cada trabajador, que se depositan en la Subcuenta de Vivienda de su cuenta individual en el INFONAVIT.

Los trabajadores pueden utilizar su crédito INFONAVIT para:

- Comprar una vivienda nueva o usada: El crédito puede ser utilizado para adquirir una vivienda en cualquier parte del país, ya sea nueva o usada, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos por el INFONAVIT
- Construir una vivienda en terreno propio: Si el trabajador cuenta con un terreno, puede utilizar su crédito para construir su propia casa.
- Ampliar o remodelar una vivienda: El crédito también puede ser utilizado para realizar mejoras o ampliaciones en una vivienda existente.
- Pagar una hipoteca: En algunos casos, el crédito puede ser utilizado para liquidar una hipoteca contratada con otra institución financiera.

El INFONAVIT ofrece diferentes tipos de crédito, cada uno con sus propias características y requisitos. Algunos de los créditos más comunes son:

- Crédito Tradicional: Es el crédito más utilizado y se otorga en función del salario del trabajador y su edad.
- Cofinavit: Permite combinar el crédito INFONAVIT con un crédito bancario para obtener un monto de financiamiento mayor.
- Infonavit Total: Permite utilizar el saldo total de la Subcuenta de Vivienda, incluyendo las aportaciones patronales y las voluntarias del trabajador.
- Segundo Crédito: Permite a los trabajadores que ya



liquidaron un crédito INFONAVIT solicitar uno nuevo.

FOVISSSTE (Beneficios para los Trabajadores del Estado): es una institución que forma parte del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Su función es otorgar créditos hipotecarios a los trabajadores del sector público que cotizan al ISSSTE. A diferencia del INFONAVIT, el FOVISSSTE no se financia con aportaciones patronales, sino con recursos del propio instituto y del gobierno federal.

Los trabajadores pueden utilizar su crédito FOVISSSTE para:

- Comprar una vivienda nueva o usada: Al igual que el INFONAVIT, el crédito puede ser utilizado para adquirir una vivienda en cualquier parte del país, siempre y cuando cumpla con los requisitos establecidos por el FOVISSSTE.
- Construir una vivienda en terreno propio: También es posible utilizar el crédito para construir una casa en un terreno propio.
- Ampliar o remodelar una vivienda: El crédito también puede ser utilizado para realizar mejoras o ampliaciones en una vivienda existente.
- Refinanciar un crédito hipotecario: En algunos casos, el crédito puede ser utilizado para refinanciar un crédito hipotecario contratado con otra institución financiera.

El FOVISSSTE ofrece diferentes esquemas de crédito, cada uno con sus propias características y requisitos. Algunos de los esquemas más comunes son:

- Crédito Tradicional: Es el esquema más utilizado y se otorga mediante un sistema de puntaje que toma en cuenta factores como la antigüedad laboral, el salario y la edad del trabajador.
- Crédito Conyugal: Permite a los trabajadores casados sumar sus créditos individuales para obtener un monto de financiamiento mayor.
- Crédito Pensionados: Dirigido a los trabajadores jubilados o pensionados que no ejercieron su crédito durante su vida laboral.
- Aliados Plus: Permite combinar el crédito FOVISSSTE con un crédito bancario para obtener un monto de financiamiento mayor.

Aunque ambas instituciones tienen el mismo objetivo de facilitar el acceso a la vivienda, existen algunas diferencias importantes entre ellas:



- Sector de la población: El INFONAVIT atiende a los trabajadores del sector privado, mientras que el FOVISSSTE se enfoca en los trabajadores del sector público.
- Financiamiento: El INFONAVIT se financia con las aportaciones patronales de los trabajadores, mientras que el FOVISSSTE se financia con recursos del propio instituto y del gobierno federal
- Mecanismos de otorgamiento de crédito: El INFONAVIT otorga créditos en función del salario y la edad del trabajador, mientras que el FOVISSSTE utiliza un sistema de puntaje que toma en cuenta otros factores como la antigüedad laboral.
- Tipos de crédito y esquemas: Ambas instituciones ofrecen diferentes tipos de crédito y esquemas, cada uno con sus propias características y requisitos.

Tanto el INFONAVIT como el FOVISSSTE juegan un papel fundamental en el sistema de vivienda en México, al facilitar el acceso a créditos hipotecarios para los trabajadores. Ambas instituciones ofrecen diferentes opciones de financiamiento, adaptadas a las necesidades y posibilidades de cada trabajador.

Esquemas Estatales: además de los programas federales como el FOVISSSTE e INFONAVIT, existen diversos esquemas de apoyo a la vivienda a nivel estatal en México, que buscan complementar los esfuerzos nacionales y atender las necesidades específicas de cada región. Estos programas varían en sus modalidades, requisitos y beneficios, pero todos comparten el objetivo de facilitar el acceso a una vivienda digna para la población.

A continuación, se describen algunos de los esquemas estatales más relevantes:

Programas de Subsidios:

- Subsidios para Adquisición de Vivienda: Varios estados ofrecen subsidios directos a familias de bajos ingresos para facilitar la compra de una vivienda nueva o usada. Estos subsidios pueden ser complementarios a un crédito hipotecario o, en algunos casos, cubrir la totalidad del costo de la vivienda.
- Subsidios para Autoproducción de Vivienda: Estos programas apoyan a las familias que desean construir o mejorar su propia vivienda, proporcionando recursos económicos o materiales de construcción.
- Subsidios para Renta: Algunos estados ofrecen subsidios para ayudar a las familias a cubrir el costo del alquiler de una vivienda, especialmente en zonas urbanas con altos costos de vivienda.

Programas de Crédito:

- **Créditos Hipotecarios Estatales:** Algunas entidades federativas cuentan con organismos de vivienda que otorgan créditos hipotecarios con tasas de interés preferenciales y plazos de pago más accesibles que los ofrecidos por la banca comercial.
- **Créditos Punte:** Estos créditos se otorgan a familias que esperan la aprobación de un crédito hipotecario federal o estatal, brindando un financiamiento temporal para cubrir los gastos iniciales de la compra de una vivienda
- **Créditos para Mejoramiento de Vivienda:** Estos programas ofrecen créditos a tasas preferenciales para financiar reparaciones, ampliaciones o mejoras en viviendas existentes.

Programas de Lotes con Servicios:

- **Lotes con Servicios Básicos:** Algunos estados ofrecen lotes urbanizados con servicios básicos (agua, drenaje, electricidad) a precios accesibles para que las familias puedan construir su propia vivienda.
- **Lotes con Servicios y Vivienda Progresiva:** Estos programas combinan la entrega de lotes con servicios con asistencia técnica y financiera para la construcción de viviendas de manera gradual, adaptándose a las posibilidades económicas de las familias.

Programas de Vivienda en Alquiler:

- **Vivienda en Alquiler Social:** Algunas entidades federativas cuentan con programas que ofrecen viviendas en alquiler a precios accesibles para familias de bajos ingresos o en situación de vulnerabilidad.
- **Vivienda en Alquiler Temporal:** Estos programas brindan alojamiento temporal a familias que han perdido su vivienda por desastres naturales o situaciones de emergencia.

Otros Programas:

- **Programas de Regularización de Asentamientos Humanos:** Estos programas buscan legalizar la tenencia de la tierra en asentamientos irregulares, brindando seguridad jurídica a las familias y facilitando el acceso a servicios básicos y programas de vivienda.
- **Programas de Vivienda para Grupos Vulnerables:** Existen programas específicos para atender las necesidades de vivienda de grupos vulnerables, como adultos mayores, personas con discapacidad, madres solteras, entre otros.

Es importante destacar que los programas estatales de apoyo a la vivienda varían considerablemente entre las

diferentes entidades federativas. Los esquemas estatales de apoyo a la vivienda en México son una herramienta importante para complementar los esfuerzos federales y atender las necesidades específicas de cada región. A través de subsidios, créditos, programas de lotes con servicios y otras modalidades, estos programas buscan garantizar el acceso a una vivienda digna para todos los mexicanos, independientemente de su nivel socioeconómico o ubicación geográfica.

b. Esquemas de incorporación al sistema de seguridad social

El sistema de seguridad social en México es un entramado complejo de instituciones y programas diseñados para proteger a los trabajadores y sus familias ante diversos riesgos, como enfermedad, accidente, desempleo, vejez o muerte. A lo largo de los años, el sistema ha evolucionado para adaptarse a las cambiantes realidades del mercado laboral y las necesidades de la población. En la actualidad, existen diversos esquemas de incorporación al sistema de seguridad social, cada uno con sus propias características, requisitos y beneficios.

Los esquemas de incorporación al sistema de seguridad social en México ofrecen diversas opciones para que los trabajadores, independientemente de su situación laboral, puedan acceder a los beneficios de la seguridad social. El esquema para trabajadores independientes del IMSS y el esquema voluntario del IMSS brindan la oportunidad de cotizar y acumular derechos de manera individual, mientras que el programa IMSS-Bienestar garantiza el acceso a servicios de salud gratuitos para la población más vulnerable.

i. Esquema Voluntario del IMSS El esquema voluntario del IMSS, también conocido como Modalidad 40, permite a los trabajadores que dejaron de cotizar al régimen obligatorio continuar acumulando semanas de cotización y acceder a una pensión en el futuro. Este esquema es especialmente atractivo para quienes desean mejorar su pensión o alcanzar los requisitos mínimos para obtenerla.

Los requisitos para incorporarse a este esquema es haber cotizado al menos 52 semanas al régimen obligatorio del IMSS, que se haya causado baja en el régimen obligatorio (no pensionados) y no estar cotizando en otro régimen de seguridad social.

Para el trámite de alta se requiere presentar solicitud ante el IMSS, acreditar el período mínimo de cotización al régimen obligatorio, elegir el salario base de cotización, que debe ser al menos el salario mínimo vigente y no puede exceder 25 veces dicho salario y realizar el pago mensual de las cuotas correspondientes.



A través de este esquema el trabajador puede continuar acumulando semanas de cotización para alcanzar los requisitos de pensión, incrementar el salario base de cotización para mejorar el monto de la pensión, acceder a los servicios médicos del IMSS en caso de enfermedad o maternidad y obtener una pensión por invalidez o muerte, así como ayuda asistencial a los beneficiarios.

Las ventajas del esquema son la flexibilidad en la elección del salario base de cotización, la posibilidad de mejorar la pensión futura y el acceso a servicios médicos en caso de necesidad.

Las desventajas del esquema son que el trabajador debe asumir la totalidad de las cuotas, que pueden ser elevadas dependiendo del salario base de cotización elegido, no se generan derechos a prestaciones como el Infonavit o las guarderías y la incorporación al esquema debe realizarse dentro de los cinco años siguientes a la baja en el régimen obligatorio.

ii. Esquema para Trabajadores Independientes del IMSS El esquema para trabajadores independientes del IMSS, implementado en 2021, representando un avance significativo en la inclusión de este sector de la población al sistema de seguridad social. Anteriormente, los trabajadores independientes enfrentaban barreras para acceder a los beneficios de la seguridad social, lo que los dejaba en una situación de vulnerabilidad ante diversos riesgos. Este nuevo esquema busca corregir esta situación, brindando a los trabajadores independientes la oportunidad de cotizar al IMSS y disfrutar de sus prestaciones.

Al esquema pueden incorporarse personas físicas que realizan una actividad económica por su cuenta, sin subordinación a un patrón, profesionistas, comerciantes, artesanos, prestadores de servicios y otros trabajadores no asalariados y socios de sociedades cooperativas de producción.

Beneficios del esquema:

- Seguro de Enfermedades y Maternidad: Acceso a servicios médicos, hospitalarios, farmacéuticos y de rehabilitación para el trabajador y sus beneficiarios legales.
- Seguro de Riesgos de Trabajo: Cobertura en caso de accidentes o enfermedades ocurridos en el ejercicio o con motivo del trabajo.
- Seguro de Invalidez y Vida: Pensión en caso de invalidez o muerte del trabajador, así como ayuda asistencial a sus beneficiarios
- Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez: Pensión al cumplir la edad de retiro o en caso de cesantía o vejez.



- Guarderías y Prestaciones Sociales: Acceso a servicios de guardería para los hijos del trabajador y otras prestaciones sociales.
- Ahorro para el Retiro: Acumulación de recursos en la cuenta individual del trabajador para su pensión.

Las ventajas del esquema son la flexibilidad en la elección del salario base de cotización y el pago de cuotas, el acceso a los beneficios de la seguridad social de manera individual, sin necesidad de estar vinculado a un patrón y la posibilidad de incrementar el ahorro para el retiro mediante aportaciones voluntarias.

Las desventajas del esquema son que el trabajador debe asumir la totalidad de las cuotas obrero-patronales, lo que puede representar un costo significativo, la cobertura de servicios médicos puede ser limitada en comparación con el régimen obligatorio, el acceso a prestaciones como el Infonavit puede requerir un período mínimo de cotización y cumplir con ciertos requisitos.

iii. Programa IMSS-Bienestar El programa IMSS-Bienestar, anteriormente conocido como IMSS-Prospera, tiene como objetivo brindar servicios de salud gratuitos a la población que no cuenta con seguridad social, especialmente en zonas rurales y marginadas. Este programa busca reducir las brechas de acceso a la salud y mejorar las condiciones de vida de las comunidades más vulnerables.

El programa está dirigido a la población sin seguridad social que reside en localidades rurales o urbanas marginadas, familias beneficiarias de programas sociales como Prospera o Liconsa y comunidades indígenas y afro-mexicanas.

Servicios que ofrece el programa:

- Atención médica general y especializada
- Servicios de salud reproductiva, materno-infantil y planificación familiar.
- Prevención y control de enfermedades.
- Promoción de la salud y educación para la salud.
- Vacunación y atención odontológica.
- Suministro de medicamentos gratuitos.
- Atención hospitalaria en unidades médicas rurales y hospitales de segundo nivel.

El programa se caracteriza por la gratuidad de los servicios de salud, un enfoque comunitario y participativo, la promoción de la medicina tradicional y herbolaria y la capacitación de promotores de salud comunitarios.

Dentro de las ventajas del programa se enlista el acceso a servicios de salud de calidad para la población más

vulnerable, el enfoque preventivo y promocional de la salud, respeto a la cultura y tradiciones de las comunidades y la participación de la comunidad en la gestión de la salud.

Los retos que del programa son su cobertura limitada a zonas rurales y urbanas marginadas, las dificultades para atraer y retener personal médico en zonas remotas, un abasto irregular de medicamentos e insumos médicos y la necesidad de fortalecer la infraestructura y el equipamiento de las unidades médicas.

c. Oferta alternativa y complementaria del sector privado.

El sector asegurador mexicano desempeña un papel crucial en la protección financiera de las personas y sus familias ante diversos riesgos y contingencias. A través de una amplia gama de productos y servicios, las aseguradoras privadas ofrecen soluciones para cubrir necesidades de salud, retiro, seguro de vida e invalidez, complementando así la cobertura proporcionada por el sistema de seguridad social. En este extenso análisis, exploraremos en detalle la oferta del sector privado en estos cuatro ámbitos, destacando sus características, beneficios y consideraciones clave para los consumidores.

i. Seguros enfocados a la Salud.

Los seguros de salud privados brindan acceso a servicios médicos y hospitalarios de calidad, ofreciendo una alternativa o complemento a la atención proporcionada por el sistema público de salud. Estos seguros pueden cubrir una amplia gama de gastos médicos, desde consultas y medicamentos hasta cirugías y tratamientos especializados.

- **Gastos Médicos Mayores:** Estos seguros cubren los gastos derivados de enfermedades o accidentes graves, como hospitalización, cirugías, tratamientos oncológicos, terapias intensivas y otros procedimientos de alto costo. Suelen tener sumas aseguradas elevadas y deducibles y coaseguros variables.
- **Gastos Médicos Menores:** Estos seguros cubren gastos médicos más frecuentes y de menor costo, como consultas médicas, medicamentos, estudios de laboratorio, rayos X y terapias de rehabilitación. Suelen tener sumas aseguradas más bajas y deducibles y coaseguros más accesibles.
- **Seguros de Salud Dental:** Estos seguros cubren los gastos relacionados con la atención

dental, como limpiezas, extracciones, empastes, endodoncias y ortodoncia. Pueden ser contratados de forma independiente o como complemento de un seguro de gastos médicos mayores.

- **Seguros de Salud Visual:** Estos seguros cubren los gastos relacionados con la atención visual, como exámenes de la vista, lentes, anteojos y cirugías oculares. Al igual que los seguros dentales, pueden ser contratados de forma independiente o como complemento de un seguro de gastos médicos mayores.
- **Cobertura de Maternidad:** Estos seguros cubren los gastos relacionados con el embarazo, parto y puerperio, incluyendo consultas prenatales, parto, cesárea, hospitalización y atención al recién nacido. Suelen tener períodos de espera y exclusiones específicas.

Los seguros para la atención de la salud en México ofrecen acceso a una amplia red de hospitales y médicos y suelen contar con una extensa red de proveedores médicos, brindando al asegurado la libertad de elegir entre diferentes opciones de atención.

Dada una menor limitación monetaria, en comparación con el sistema público de salud, la atención médica suele ser de mayor calidad, permitiendo acceder a servicios médicos y hospitalarios de alta calidad, con tecnología de vanguardia y personal médico especializado. Así mismo, al no contar con la presión de falta de capacidad, se experimentan menores tiempos de espera, evitando largas filas y fechas muy desfasadas para las próximas atenciones médicas.

Los seguros de salud brindan protección financiera ante enfermedades o accidentes inesperados, evitando que los gastos médicos afecten el patrimonio familiar. Al contar con un seguro de salud proporciona tranquilidad y seguridad al saber que se cuenta con respaldo financiero ante eventualidades médicas

ii. Seguros de Retiro.

Los seguros de retiro, también conocidos como planes de pensiones privados, permiten a las personas ahorrar e invertir para complementar la pensión que recibirán del sistema de seguridad social al llegar a la edad de jubilación. Estos seguros ofrecen diferentes opciones de inversión y beneficios fiscales,



incentivando el ahorro a largo plazo.

- **Planes de Pensiones Individuales:** Estos planes permiten a las personas ahorrar de forma individual para su retiro, realizando aportaciones periódicas o únicas a una cuenta de inversión. Los rendimientos generados por la inversión se acumulan en la cuenta y pueden ser retirados al llegar a la edad de jubilación o en caso de invalidez o fallecimiento.
- **Planes de Pensiones Colectivos:** Estos planes son contratados por empresas para sus empleados, quienes realizan aportaciones periódicas a una cuenta de inversión colectiva. Los rendimientos generados se distribuyen entre los participantes del plan al llegar a la edad de jubilación o en caso de invalidez o fallecimiento.
- **Planes de Retiro Deducibles:** Estos planes permiten a las personas ahorrar para su retiro de forma fiscalmente eficiente, ya que las aportaciones realizadas pueden ser deducibles de impuestos. Los rendimientos generados por la inversión también están exentos de impuestos hasta el momento del retiro.

Los planes de retiro permiten acumular un capital adicional para complementar la pensión que se recibirá del sistema de seguridad social, garantizando un nivel de vida adecuado durante la jubilación. Las aportaciones realizadas a planes de retiro pueden ser deducibles de impuestos, lo que reduce la carga fiscal del ahorrador. Con los seguros de retiro se pueden personalizar diferentes opciones de aportación, permitiendo al ahorrador ajustar sus contribuciones de acuerdo con sus posibilidades económicas.

iii. Seguros de Vida.

Los seguros de vida brindan protección financiera a los beneficiarios designados por el asegurado en caso de su fallecimiento. Estos seguros garantizan que los seres queridos del asegurado cuenten con un respaldo económico para hacer frente a los gastos funerarios, deudas pendientes y mantener su nivel de vida.

- **Seguro de Vida Temporal:** El seguro de vida temporal brinda cobertura por un período específico, como cinco, diez o veinte años. Si el asegurado fallece durante ese período, los beneficiarios designados reciben la suma asegurada

contratada. Sin embargo, si el asegurado sobrevive al plazo establecido, el seguro termina sin valor en efectivo. Este tipo de seguro es generalmente el más económico, siendo ideal para cubrir necesidades temporales como hipotecas o la educación de los hijos. Su costo es accesible, especialmente para personas jóvenes y sanas, y permite obtener una suma asegurada alta a un costo relativamente bajo.

- **Seguro de Vida Entera:** El seguro de vida entera brinda cobertura de por vida, siempre y cuando se mantengan al corriente los pagos de las primas. Una de sus características distintivas es que acumula valor en efectivo con el tiempo, el cual puede ser utilizado como garantía para préstamos o rescates parciales. Aunque la prima suele ser más alta que en los seguros temporales, ofrece la ventaja de una cobertura de por vida y la acumulación de un valor en efectivo que puede ser utilizado en vida, convirtiéndose en una herramienta de planificación patrimonial.

d. Coberturas intrínsecas del sector asegurador. El sector asegurador mexicano ofrece una amplia gama de productos diseñados para proteger el patrimonio y el bienestar financiero de las personas y empresas. En este análisis exhaustivo, exploraremos en detalle la oferta del sector privado en tres áreas clave: seguros de autos, seguros de daños (hogar, negocio, responsabilidad civil, mascotas, artículos personales) y seguros de vida con ahorro, destacando sus características, beneficios y consideraciones clave para los consumidores.

i. Seguros de Autos.

Los seguros de autos son un componente esencial para cualquier propietario de vehículo en México, ya que brindan protección financiera ante los riesgos asociados con la conducción, como accidentes, robos, daños a terceros y desastres naturales. El sector asegurador mexicano ofrece una variedad de opciones de seguros de autos, adaptadas a las necesidades y presupuestos de los conductores.

- **Seguro de Responsabilidad Civil (RC):** Es el seguro mínimo obligatorio en México y cubre los daños materiales y lesiones a terceros causados por el asegurado en un accidente de tránsito.



- **Seguro Limitado:** Además de la cobertura de RC, este seguro incluye protección contra robo total del vehículo y daños materiales propios ocasionados por colisión, vuelco, incendio o fenómenos naturales.
- **Seguro Amplio:** Es el seguro más completo y, además de las coberturas de RC y limitado, incluye protección contra robo parcial, gastos médicos a ocupantes, asistencia vial y legal, entre otros beneficios.
- **Seguro de Flotillas:** Diseñado para empresas que cuentan con varios vehículos, este seguro ofrece coberturas similares a los seguros individuales, pero con tarifas y condiciones especiales para flotillas.

Los seguros de autos ofrecen una protección financiera esencial para el patrimonio del asegurado, cubriendo los altos costos que pueden surgir de accidentes, robos o daños al vehículo. Además, brindan tranquilidad y seguridad al contar con respaldo financiero y asistencia en caso de cualquier eventualidad. Cumplir con la ley al adquirir el seguro de Responsabilidad Civil obligatorio evita multas y sanciones. Finalmente, los servicios adicionales como asistencia vial, asesoría legal y apoyo en trámites añaden comodidad y conveniencia a la experiencia del asegurado.

ii. Seguros de Daños

Los seguros de daños brindan protección financiera ante pérdidas o daños a bienes materiales, como viviendas, negocios, vehículos y objetos personales, causados por diversos riesgos, como incendios, robos, desastres naturales y responsabilidad civil. El sector asegurador mexicano ofrece una amplia gama de seguros de daños, adaptados a las necesidades específicas de cada cliente.

- **Seguro de Hogar:** Protege la vivienda y sus contenidos ante daños causados por incendio, robo, explosión, fenómenos naturales y otros riesgos. Algunas coberturas adicionales pueden incluir responsabilidad civil familiar, asistencia en el hogar y protección de equipos electrónicos.
- **Seguro de Negocio:** Cubre los bienes y activos de una empresa ante daños causados por incendio, robo, vandalismo, fenómenos naturales y

otros riesgos. También puede incluir coberturas de responsabilidad civil empresarial, pérdida de ingresos por interrupción del negocio y protección de equipos electrónicos.

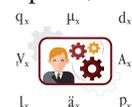
- **Seguro de Responsabilidad Civil:** Cubre los daños a terceros causados por el asegurado, ya sea en su vida personal (responsabilidad civil familiar) o en el ejercicio de su actividad profesional (responsabilidad civil profesional).
- **Seguro de Mascotas:** Cubre los gastos veterinarios derivados de accidentes o enfermedades de las mascotas, así como la responsabilidad civil por daños que puedan causar a terceros.
- **Seguro de Artículos Personales:** Cubre el robo o daño de objetos personales, como joyas, relojes, cámaras fotográficas y equipos electrónicos, tanto dentro como fuera del hogar.

Los seguros de daños ofrecen una protección crucial al patrimonio del asegurado, evitando que asuma los costos de reparación o reemplazo de sus bienes materiales en caso de pérdidas o daños. Esto brinda tranquilidad y seguridad al contar con respaldo financiero ante cualquier eventualidad. Además, en ciertos casos, como el seguro de responsabilidad civil para automóviles, cumplir con la obligación legal de contar con un seguro de daños es fundamental. Finalmente, los servicios adicionales como asistencia en el hogar, asesoría legal y apoyo en trámites añaden comodidad y conveniencia a la experiencia del asegurado.

iii. Seguros de Vida con enfoque al Ahorro.

Los seguros de vida con ahorro, también conocidos como seguros de vida dotales o seguros de vida entera con componente de ahorro, combinan la protección por fallecimiento con la acumulación de un capital que puede ser utilizado por el asegurado en vida. Estos seguros ofrecen una forma de ahorrar a largo plazo y al mismo tiempo contar con un respaldo financiero para los beneficiarios en caso de fallecimiento del asegurado.

- **Seguros Dotales:** Los seguros dotales combinan protección por fallecimiento con ahorro. Si el asegurado fallece durante el plazo establecido, los beneficiarios reciben la suma asegurada. Pero si el asegurado sobrevive al plazo, reci-



be él mismo la suma asegurada en vida. La prima de estos es más alta que en los seguros temporales y de vida entera. Ofrecen la garantía de un beneficio, ya sea por fallecimiento o supervivencia, y pueden ser utilizados como herramienta de ahorro forzoso o para financiar proyectos futuros, como la jubilación o la educación de los hijos.

- **Seguros con Componente de Inversión:** En los seguros con componente de inversión, parte de la prima se destina a una cuenta de inversión, donde el asegurado elige los fondos en los que invertir. El valor de la póliza y la suma asegurada pueden fluctuar según el desempeño de las inversiones. Ofrecen el potencial de obtener rendimientos superiores a los seguros tradicionales y brindan flexibilidad para elegir los fondos de inversión. Pueden ser una opción atractiva para inversionistas con mayor tolerancia al riesgo. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que el valor de la póliza y la suma asegurada no están garantizados, requieren un seguimiento activo de las inversiones

F. Misión y Objetivos del Negocio

Misión:

La misión de EMPOWER es empoderar a la población activa informal en México a través de la educación financiera y el acceso a soluciones de protección financiera integrales y personalizadas, que les permitan construir un futuro más seguro y próspero para ellos y sus familias.

Objetivos del Negocio

- Promover la Inclusión Financiera en la Población Activa Informal
 - Objetivo Específico 1: Incrementar el conocimiento y la comprensión de los beneficios de seguridad social y seguros privados entre la población activa informal.
 - Objetivo Específico 2: Facilitar el acceso a soluciones de protección financiera adaptadas a las necesidades y posibilidades de este segmento de la población.
 - Objetivo Específico 3: Reducir la brecha de protección financiera entre la población formal e informal, contribuyendo a una mayor equidad social y económica



- Impulsar la Adopción de Seguros y el Ahorro a Largo Plazo
 - Objetivo Específico 1: Aumentar la penetración de seguros de vida, gastos médicos mayores, autos y daños entre la población activa informal.
 - Objetivo Específico 2: Fomentar el ahorro a largo plazo a través de seguros de vida con componente de ahorro y planes de pensiones privados.
 - Objetivo Específico 3: Contribuir a la construcción de un patrimonio sólido y una mayor estabilidad financiera para los trabajadores informales y sus familias.
- Generar un Impacto Social y Económico Positivo
 - Objetivo Específico 1: Mejorar la calidad de vida de la población activa informal, brindándoles seguridad y tranquilidad ante diversos riesgos.
 - Objetivo Específico 2: Impulsar la productividad y el crecimiento económico del país, al brindar seguridad y estabilidad financiera a los trabajadores informales.
 - Objetivo Específico 3: Contribuir a la construcción de una sociedad más justa y equitativa, reduciendo la brecha de protección financiera entre la población formal e informal.

Desarrollo de los Objetivos

Promover la Inclusión Financiera en la Población Activa Informal:

- Incrementar el conocimiento y la comprensión de los beneficios de seguridad social y seguros privados:
 - Desarrollar contenido educativo claro y accesible sobre seguridad social y seguros privados, adaptado al lenguaje y las necesidades de la población activa informal.
 - Difundir este contenido a través de diversos canales, como redes sociales, blogs, videos, talleres y eventos comunitarios.
 - Establecer alianzas con organizaciones de la sociedad civil, cámaras de comercio, sindicatos y otros actores relevantes para llegar a la población activa informal y promover la educación financiera.
 - Utilizar herramientas tecnológicas, como chatbots y asistentes virtuales, para brin-

dar información y orientación personalizada a los usuarios.

- Facilitar el acceso a soluciones de protección financiera:
 - Ofrecer una plataforma digital intuitiva y fácil de usar, que permita a los usuarios comparar, cotizar y contratar seguros de manera rápida y sencilla.
 - Desarrollar productos de seguros flexibles y personalizados, adaptados a las necesidades y posibilidades económicas de la población activa informal.
 - Implementar soluciones de pago innovadoras, como micropagos y pagos recurrentes, para facilitar el acceso a los seguros.
 - Establecer alianzas con instituciones financieras y microfinancieras para ofrecer opciones de financiamiento accesibles para la contratación de seguros.
- Reducir la brecha de protección financiera:
 - Medir y monitorear el impacto de la plataforma en la inclusión financiera de la población activa informal, a través de indicadores clave de desempeño.
 - Realizar estudios y análisis para identificar las barreras que impiden el acceso a la protección financiera y diseñar soluciones para superarlas.
 - Colaborar con el gobierno y otras instituciones para promover políticas públicas que fomenten la inclusión financiera de la población activa informal.

Impulsar la Adopción de Seguros y el Ahorro a Largo Plazo

- Aumentar la penetración de seguros
 - Diseñar campañas de marketing y comunicación efectivas, dirigidas a la población activa informal, que destaquen los beneficios de los seguros y su importancia para la protección financiera.
 - Ofrecer incentivos y promociones especiales para fomentar la contratación de seguros, como descuentos en primas o beneficios adicionales.
 - Utilizar estrategias de marketing digital y redes sociales para llegar a un público más amplio y generar conciencia sobre la importancia de los seguros.

- Fomentar el ahorro a largo plazo
 - Promover la contratación de seguros de vida con componente de ahorro y planes de pensiones privados, destacando sus beneficios fiscales y su potencial para generar un patrimonio sólido.
 - Ofrecer herramientas y recursos educativos que ayuden a los usuarios a comprender la importancia del ahorro a largo plazo y a planificar su futuro financiero.
 - Desarrollar soluciones de ahorro innovadoras y accesibles, adaptadas a las necesidades y posibilidades de la población activa informal.
- Contribuir a la construcción de un patrimonio sólido
 - Brindar asesoría financiera personalizada a los usuarios, ayudándoles a establecer metas de ahorro y a elegir los productos de seguros y ahorro más adecuados para su situación.
 - Ofrecer seguimiento y monitoreo de los planes de ahorro de los usuarios, para ayudarles a mantenerse en el camino hacia sus objetivos financieros.
 - Promover la educación financiera continua, para que los usuarios puedan tomar decisiones informadas y responsables sobre su dinero a lo largo de su vida.

Generar un Impacto Social y Económico Positivo

- Mejorar la calidad de vida
 - Medir y monitorear el impacto de la plataforma en la calidad de vida de los usuarios, a través de encuestas de satisfacción y otros indicadores de bienestar.
 - Realizar estudios de caso y testimonios que destaquen cómo la protección financiera ha mejorado la vida de los trabajadores informales y sus familias.
 - Promover la participación de los usuarios en la comunidad EMPOWER, creando un espacio de intercambio de experiencias y apoyo mutuo.
- Impulsar la productividad y el crecimiento económico
 - Colaborar con empresas y organizaciones para ofrecer seguros colectivos a sus trabajadores informales, mejorando su produc-



- Promover la formalización de la economía, facilitando el acceso a la seguridad social y otros beneficios para los trabajadores informales.
 - Realizar estudios de impacto económico que demuestren la contribución de EMPOWER al crecimiento y desarrollo del país.
- Contribuir a la construcción de una sociedad más justa y equitativa
 - Trabajar en conjunto con el gobierno y otras instituciones para promover políticas públicas que fomenten la inclusión financiera y la protección social de la población activa informal.
 - Participar en iniciativas de responsabilidad social empresarial que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de las comunidades más vulnerables.
 - Promover la igualdad de oportunidades y el acceso a servicios financieros para todos los mexicanos, independientemente de su situación laboral.

La misión y los objetivos de EMPOWER reflejan su compromiso con la inclusión financiera, el empoderamiento de la población activa informal y la generación de un impacto social y económico positivo en México. A través de su plataforma digital integral y su enfoque en la educación financiera, la startup busca transformar la forma en que los trabajadores informales acceden y utilizan los servicios financieros, brindándoles las herramientas necesarias para construir un futuro más seguro y próspero para ellos y sus familias.

2. PRODUCTO Y MERCADO

A. Perspectiva de Sector

El sector asegurador mexicano se encuentra en un punto de inflexión, impulsado por una combinación de factores que están transformando el panorama de la industria y creando un escenario de oportunidades sin precedentes para las startups innovadoras. A pesar de los desafíos económicos y sociales que enfrenta el país, el sector asegurador se vislumbra como un motor de crecimiento y desarrollo, con un potencial enorme para generar valor tanto para las empresas como para los consumidores. **Un**

Mercado en Expansión:



México cuenta con una población joven y en crecimiento, con una clase media emergente que busca cada vez más soluciones financieras para proteger su patrimonio y asegurar su futuro. A pesar de la baja penetración del seguro en el país, que actualmente se sitúa en torno al 2% del PIB, se espera que el mercado asegurador mexicano experimente un crecimiento sostenido en los próximos años, impulsado por la creciente conciencia sobre la importancia de la protección financiera y la diversificación de la oferta de productos y servicios.

La Revolución Tecnológica:

La transformación digital está cambiando la forma en que las personas interactúan con las aseguradoras y acceden a los productos de seguros. El uso de tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, el big data y el blockchain está permitiendo a las aseguradoras ofrecer experiencias más personalizadas, eficientes y transparentes a sus clientes. Las startups, con su agilidad y capacidad de innovación, están liderando esta revolución tecnológica, desarrollando soluciones disruptivas que están cambiando las reglas del juego en el sector asegurador.

La Demanda de Productos Innovadores:

Los consumidores mexicanos están demandando productos de seguros más flexibles, personalizados y adaptados a sus necesidades específicas. Las startups, con su enfoque en la innovación y la experiencia del cliente, están desarrollando soluciones que responden a estas demandas, ofreciendo productos más sencillos, transparentes y accesibles, con coberturas modulares y precios competitivos.

La Oportunidad de la Inclusión Financiera:

Millones de mexicanos aún no tienen acceso a servicios financieros básicos, incluyendo seguros. Las startups, con su capacidad de llegar a segmentos de la población desatendidos por las aseguradoras tradicionales, están jugando un papel clave en la promoción de la inclusión financiera, ofreciendo productos de microseguros y soluciones digitales que facilitan el acceso a la protección financiera para todos.

El Impulso de la Regulación:

El gobierno mexicano está implementando una serie de reformas regulatorias que buscan fomentar la competencia, la innovación y la inclusión en el sector asegurador. Estas reformas están creando un entorno más favorable para las startups, que pueden aprovechar las nuevas oportunidades y desafiar a las aseguradoras tradicionales con modelos de negocio disruptivos.

i. Oportunidades para las Startups en el Sector Asegurador Mexicano Las startups tienen la capacidad de desarrollar productos de seguros innovadores, más flexibles y personalizados, utilizando tecnologías como la inteligencia artificial y el big data para ofrecer experiencias más relevantes y atractivas a los consumidores. Además, pueden mejorar la experiencia del cliente al simplificar y agilizar los procesos de contratación, gestión y reclamación de seguros a través de la tecnología, brindando una experiencia más transparente, eficiente y satisfactoria. También pueden acceder a nuevos segmentos de mercado desatendidos por las aseguradoras tradicionales, como los jóvenes, los trabajadores independientes y las personas de bajos ingresos, ofreciendo productos de microseguros y soluciones digitales accesibles. La utilización de tecnologías como el blockchain y la automatización de procesos permite a las startups reducir costos operativos, mejorar la eficiencia y ofrecer precios más competitivos. Finalmente, la colaboración con aseguradoras tradicionales mediante alianzas estratégicas puede complementar sus capacidades y ampliar su alcance, aprovechando la experiencia y la infraestructura de las aseguradoras establecidas.

ii. Insurtech en México El ecosistema insurtech en México está en pleno auge, con startups innovadoras que están transformando la industria de seguros a través de la tecnología.

Insurtech más relevantes

Mango Life:

Fundación: 2018

Modelo de negocio: Seguro de vida 100% digital, con procesos de contratación sencillos y rápidos, y coberturas flexibles adaptadas a las necesidades de cada cliente.

Ventajas: Facilidad de contratación, precios competitivos y transparencia en la información.

Seguro Simple:

Fundación: 2014

Modelo de negocio: Plataforma digital que permite comparar y contratar seguros de auto, hogar y vida de diferentes aseguradoras.

Ventajas: Comparación de precios y coberturas, facilidad de contratación y atención al cliente personalizada.

Crabi:

Fundación: 2017

Modelo de negocio: Seguro de auto por kilómetro recorrido, utilizando tecnología telemática para monitorear el uso del vehículo y ajustar la prima en función del kilometraje real.

Ventajas: Ahorro en la prima para conductores que utilizan poco su vehículo, transparencia en el cálculo de la prima y fomento de hábitos de conducción responsables.

Miituo

Fundación: 2016

Modelo de negocio: Primera aseguradora de pago por uso en México, que cobra la prima del seguro de auto en función de los kilómetros recorridos cada mes.

Ventajas: Flexibilidad en el pago de la prima, ahorro para conductores que utilizan poco su vehículo y fomento de hábitos de conducción responsables.

Klu:

Fundación: 2018

Modelo de negocio: Seguros de gastos médicos mayores con coberturas personalizadas y precios accesibles, utilizando tecnología para simplificar el proceso de contratación y gestión de siniestros.

Ventajas: Flexibilidad en la elección de coberturas, precios competitivos y facilidad de uso de la plataforma digital.

Bdeo:

Fundación: 2017

Modelo de negocio: Plataforma de inteligencia visual que utiliza inteligencia artificial para automatizar la evaluación de daños en vehículos y propiedades, agilizando el proceso de reclamación de seguros.

Ventajas: Reducción de tiempos de espera en la gestión de siniestros, mayor precisión en la evaluación de daños y mejora de la experiencia del cliente.

Rastreator:

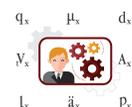
Fundación: 2012 (en España, 2016 en México)

Modelo de negocio: Comparador de seguros online que permite a los usuarios comparar precios y coberturas de diferentes aseguradoras en diversos ramos, como auto, hogar, vida y salud.

Ventajas: Facilidad de comparación, ahorro de tiempo y dinero, y transparencia en la información.

Wigo:

Fundación: 2018



Modelo de negocio: Plataforma digital que ofrece seguros de auto flexibles y personalizados, con coberturas modulares y precios adaptados al uso del vehículo.

Ventajas: Flexibilidad en la elección de coberturas, precios competitivos y facilidad de contratación y gestión a través de la app.

HelloAlice:

Fundación: 2020

Modelo de negocio: Plataforma digital que conecta a emprendedores y pequeñas empresas con soluciones de seguros personalizadas y accesibles, facilitando la protección de sus negocios.

Ventajas: Enfoque en las necesidades de emprendedores y pymes, facilidad de contratación y precios competitivos.

El ecosistema está en constante evolución, con nuevas startups que surgen cada año y ofrecen soluciones innovadoras para mejorar la experiencia del cliente y hacer que los seguros sean más accesibles y personalizados.

iii. Retos y Desafíos A pesar del panorama optimista, el sector asegurador mexicano aún enfrenta algunos retos y desafíos que deben ser abordados para aprovechar al máximo su potencial de crecimiento:

- **Baja penetración del seguro:** La penetración del seguro en México sigue siendo baja en comparación con otros países, lo que limita el desarrollo del mercado y la capacidad de las aseguradoras para generar valor.
- **Falta de confianza en las aseguradoras:** La falta de confianza en las aseguradoras, derivada de experiencias negativas en el pasado, puede dificultar la adopción de nuevos productos y servicios, especialmente entre los segmentos de la población más vulnerables.
- **Barreras regulatorias:** Aunque se han realizado avances en la simplificación de la regulación, aún existen barreras que pueden dificultar la entrada de nuevos actores al mercado y la innovación en el sector.
- **Competencia con las aseguradoras tradicionales:** Las startups deben competir con aseguradoras tradicionales que cuentan con una amplia base de clientes, recursos financieros y experiencia en el mercado.
- **Adopción de tecnología:** La adopción de nuevas



tecnologías puede ser un desafío para algunas aseguradoras y consumidores, especialmente en zonas rurales o con baja conectividad a internet.

El sector asegurador mexicano se encuentra en un momento de transformación y crecimiento, impulsado por factores como la expansión del mercado, la revolución tecnológica, la demanda de productos innovadores, la oportunidad de la inclusión financiera y el impulso de la regulación. Las startups, con su agilidad, innovación y enfoque en el cliente, tienen una gran oportunidad para disrupir y agregar valor al sector, desarrollando soluciones que respondan a las necesidades cambiantes de los consumidores y contribuyan a un futuro más seguro y protegido para todos los mexicanos.

El gobierno, por su parte, está jugando un papel clave en el fomento de la innovación y la competencia en el sector, creando un entorno más favorable para las startups y promoviendo la adopción de nuevas tecnologías. A pesar de los retos y desafíos que aún persisten, el futuro del sector asegurador mexicano se vislumbra brillante, con un potencial enorme para generar valor y bienestar para la sociedad en su conjunto

B. Visión general del producto

En el corazón de México, donde la economía informal late con fuerza, existe una necesidad apremiante de protección financiera que a menudo queda desatendida. EMPOWER nace como respuesta a esta necesidad, con la visión de empoderar a la población activa informal a través de una plataforma digital integral que les brinde acceso a información, orientación y soluciones de protección financiera adaptadas a su realidad.

El Desafío de la Informalidad

La economía informal en México representa una parte significativa de la fuerza laboral del país. Millones de personas trabajan de manera independiente, en pequeños negocios familiares o en actividades no reguladas, lo que les impide acceder a los beneficios de seguridad social que ofrecen instituciones como el IMSS o el ISSSTE. Esta situación los deja expuestos a una serie de riesgos que pueden afectar su bienestar económico y el de sus familias. Accidentes, enfermedades, invalidez o fallecimiento pueden generar gastos inesperados y pérdida de ingresos, poniendo en peligro su estabilidad financiera.

Además, la falta de información y conocimiento sobre los seguros privados disponibles en el mercado dificulta que este segmento de la población pueda tomar decisiones informadas sobre su protección financiera. A menudo, los seguros se perciben como productos complejos, costosos y diseñados para un público diferente, lo que contribuye a su baja penetración en este sector.

La Solución: EMPOWER

EMPOWER se presenta como una solución innovadora y disruptiva para abordar esta problemática. A través de una plataforma digital intuitiva y accesible, que incluye una aplicación móvil y un portal web, se busca democratizar el acceso a la protección financiera para la población activa informal, brindándoles las herramientas y el conocimiento necesarios para tomar decisiones informadas y construir un futuro más seguro.

Funcionalidades Clave

Información y Guía sobre la Seguridad Social

- Explicación Clara y Sencilla: La plataforma proporcionará información detallada sobre los beneficios de seguridad social a los que son candidatos los trabajadores informales, como el esquema de incorporación voluntaria al IMSS o el programa IMSS-Bienestar. Se utilizará un lenguaje claro y sencillo, evitando tecnicismos y jerga legal, para que los usuarios puedan comprender fácilmente los requisitos, trámites y coberturas.
- Herramientas de Autodiagnóstico: Se implementarán cuestionarios interactivos y calculadoras que permitan a los usuarios evaluar su situación particular y determinar los beneficios de seguridad social a los que podrían acceder. Estas herramientas serán intuitivas y fáciles de usar, guiando a los usuarios paso a paso en el proceso de evaluación.
- Orientación Personalizada: Se ofrecerá asesoría personalizada a través de diversos canales, como chatbots, videollamadas o citas presenciales con expertos en seguridad social. Los usuarios podrán resolver sus dudas específicas y recibir orientación

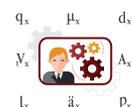
en el proceso de incorporación al sistema de seguridad social, facilitando su acceso a los beneficios que les corresponden.

Opciones de Mejora o Complemento con Planes Individuales de Vida y Gastos Médicos

- Comparador de Seguros: La plataforma contará con un comparador de seguros de vida y gastos médicos mayores, que permitirá a los usuarios evaluar y comparar diferentes opciones del mercado en función de sus necesidades, presupuesto y perfil de riesgo. El comparador presentará la información de manera clara y concisa, destacando las coberturas, exclusiones, costos y beneficios de cada plan.
- Cotizador en Línea: Los usuarios podrán obtener cotizaciones personalizadas de diferentes aseguradoras de forma rápida y sencilla, ingresando sus datos básicos y preferencias. El cotizador utilizará algoritmos inteligentes para analizar la información proporcionada y presentar las opciones más adecuadas para cada usuario.
- Contratación Digital: La plataforma facilitará la contratación de seguros de vida y gastos médicos mayores directamente en línea, agilizando el proceso y eliminando trámites burocráticos. Los usuarios podrán completar la solicitud, realizar el pago y obtener su póliza de seguro de manera digital, desde la comodidad de su hogar o dispositivo móvil.
- Educación Financiera: Se ofrecerán recursos educativos sobre seguros de vida y gastos médicos mayores, como artículos, videos y guías prácticas, para que los usuarios puedan comprender mejor estos productos, sus beneficios y cómo elegir la opción más adecuada para su situación

Opciones de Protección de sus Bienes, a través de Seguros de Autos y Daños

- Comparador de Seguros de Autos y Daños: Se incluirá un comparador de seguros de autos, hogar y otros bienes, que permita a los usuarios evaluar y comparar diferentes



opciones del mercado en función de sus necesidades y presupuesto. El comparador presentará la información de manera clara y concisa, destacando las coberturas, exclusiones, costos y beneficios de cada plan.

- Cotizador en Línea: Los usuarios podrán obtener cotizaciones personalizadas de seguros de autos y daños de forma rápida y sencilla, ingresando los datos de sus bienes y sus preferencias de cobertura. El cotizador utilizará algoritmos inteligentes para analizar la información proporcionada y presentar las opciones más adecuadas para cada usuario.
- Contratación Digital: La plataforma facilitará la contratación de seguros de autos y daños directamente en línea, agilizando el proceso y eliminando trámites burocráticos. Los usuarios podrán completar la solicitud, realizar el pago y obtener su póliza de seguro de manera digital.
- Educación sobre Seguros de Autos y Daños: Se proporcionarán recursos educativos sobre estos tipos de seguros, para que los usuarios comprendan su importancia y las coberturas disponibles, así como los factores que influyen en el costo de la prima.

Beneficios para los Usuarios

- Acceso a la Información: EMPOWER proporcionará información clara y accesible sobre los beneficios de seguridad social y seguros privados, empoderando a los usuarios para tomar decisiones informadas sobre su protección financiera.
- Comparación y Cotización: La plataforma permitirá comparar y cotizar diferentes opciones de seguros de manera rápida y sencilla, facilitando la elección del producto más adecuado a las necesidades y presupuesto de cada usuario.
- Contratación Digital: La contratación de seguros se realizará de forma 100 % digital, eliminando trámites burocráticos y agili-

zando el proceso.

- Educación Financiera: Se ofrecerán recursos educativos para fortalecer el conocimiento de los usuarios sobre seguros y finanzas personales, promoviendo una cultura de prevención y protección.
- Asesoría Personalizada: Los usuarios podrán recibir orientación y asesoría personalizada de expertos en seguridad social y seguros, para resolver sus dudas y tomar decisiones informadas.

Beneficios para las Aseguradoras

- Acceso a un Nuevo Mercado: EMPOWER abrirá las puertas a un segmento de la población desatendido por el sector asegurador tradicional, generando nuevas oportunidades de negocio.
- Reducción de Costos: La plataforma digital permitirá automatizar procesos y reducir costos operativos, lo que se traducirá en primas más accesibles para los usuarios.
- Mejora de la Experiencia del Cliente: La plataforma ofrecerá una experiencia de usuario intuitiva y personalizada, mejorando la satisfacción y fidelización de los clientes.
- Innovación y Diferenciación: La colaboración con EMPOWER permitirá a las aseguradoras innovar y diferenciarse en el mercado, ofreciendo productos y servicios adaptados a las necesidades de la población activa informal.

Impacto Social y Económico

EMPOWER tendrá un impacto positivo en la sociedad y la economía mexicana al

- ◇ Promover la Inclusión Financiera: Facilitará el acceso a la protección financiera para la población activa informal, que a menudo queda excluida del sistema financiero tradicional.
- ◇ Mejorar la Calidad de Vida: Contribuirá a mejorar la calidad de vida de los trabajadores informales y sus familias,



brindándoles seguridad y tranquilidad ante diversos riesgos.

- ◊ Fomentar el Ahorro: Incentivará el ahorro a largo plazo a través de seguros de vida con componente de ahorro y planes de pensiones privados.
- ◊ Fortalecer la Cultura de la Prevención: Promoverá la cultura de la prevención y la protección financiera entre la población activa informal.
- ◊ Impulsar el Crecimiento Económico: Al brindar seguridad y estabilidad financiera a los trabajadores informales, se contribuirá a impulsar su productividad y el crecimiento económico del país.

EMPOWER es una plataforma digital innovadora que busca revolucionar el acceso a la protección financiera para la población activa informal en México. A través de información, orientación, comparación, cotización y contratación de seguros, así como educación financiera y asesoría personalizada, la plataforma empoderará a este segmento de la población para tomar decisiones informadas y construir un futuro más seguro. Con un enfoque en la inclusión financiera, la innovación tecnológica y el impacto social, EMPOWER se posiciona como un actor clave en la transformación del sector asegurador mexicano y en la construcción de un país más justo y equitativo.

C. Dummies del UI



(a) Aplicación EMPOWER.



(b) Bienvenida: App EMPOWER.



(c) Tú y los tuyos: App EMPOWER.



(d) Mejora tu protección: App EMPOWER.

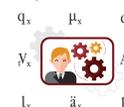
Figura 5 Vista general de la aplicación EMPOWER.

D. Mercado Potencial

El mercado potencial de EMPOWER en México es vasto y representa una oportunidad significativa para impulsar la inclusión financiera y la protección de la población activa informal. A continuación, se detalla el mercado potencial, considerando diferentes aspectos:

Tamaño del mercado:

- Población económicamente activa (PEA) informal: Según datos del INEGI, en 2023, la PEA in-



formal en México ascendía a aproximadamente 31.3 millones de personas, lo que representa el 55.6 % de la PEA total.

- **Penetración de seguros:** La penetración de seguros en México es baja, alrededor del 2 % del PIB. En el segmento informal, esta cifra es aún menor, lo que indica un amplio margen de crecimiento para soluciones de protección financiera dirigidas a este mercado.
- **Necesidades de protección financiera:** La población activa informal enfrenta diversos riesgos que pueden afectar su estabilidad económica y la de sus familias, como accidentes, enfermedades, invalidez o fallecimiento. La falta de acceso a la seguridad social y la baja penetración de seguros privados hacen que este segmento sea especialmente vulnerable.
- **Creciente adopción de tecnología:** El uso de smartphones y el acceso a internet están en aumento en México, incluso en zonas rurales y entre la población de bajos ingresos. Esto facilita la adopción de soluciones digitales como EMPOWER, que ofrece una plataforma accesible y fácil de usar.

Segmentación del mercado: El mercado potencial de EMPOWER puede segmentarse en función de diferentes criterios:

- **Actividad económica:** Trabajadores independientes, pequeños comerciantes, emprendedores, trabajadores del hogar, agricultores, artesanos, etc.
- **Nivel de ingresos:** Personas con ingresos variables e irregulares, que pueden tener dificultades para acceder a seguros tradicionales con primas fijas y elevadas.
- **Ubicación geográfica:** Zonas urbanas y rurales, con especial atención a las regiones con mayor concentración de población informal y menor acceso a servicios financieros.
- **Nivel de educación financiera:** Personas con diferentes niveles de conocimiento sobre seguros y finanzas personales, lo que requiere adaptar la comunicación y la oferta de productos a sus

necesidades específicas.

Oportunidades de mercado:

- **Demanda insatisfecha:** Existe una gran demanda insatisfecha de soluciones de protección financiera accesibles y adaptadas a las necesidades de la población activa informal.
- **Creciente conciencia sobre la importancia de los seguros:** La pandemia de COVID-19 y otros eventos recientes han aumentado la conciencia sobre la importancia de contar con un seguro para protegerse ante imprevistos.
- **Apoyo gubernamental a la inclusión financiera:** El gobierno mexicano está implementando políticas y programas para fomentar la inclusión financiera, lo que puede generar un entorno favorable para el desarrollo de EMPOWER.
- **Ventajas competitivas:** EMPOWER ofrece una propuesta de valor única, combinando información sobre seguridad social, seguros privados, educación financiera y una experiencia de usuario amigable en una sola plataforma digital.

Desafíos del mercado:

- **Baja confianza en las aseguradoras:** La falta de confianza en las aseguradoras, derivada de experiencias negativas en el pasado, puede dificultar la adopción de nuevos productos y servicios, especialmente entre la población informal.
- **Barreras culturales y educativas:** La falta de educación financiera y la percepción de los seguros como productos complejos o innecesarios pueden ser obstáculos para la adopción de la plataforma.
- **Competencia con productos informales:** En algunos sectores de la economía informal existen mecanismos de protección comunitaria o informales que pueden competir con los seguros formales.
- **Distribución y acceso:** Llegar a la población activa informal en zonas rurales o con baja conectividad a internet puede ser un desafío.

Estrategias para abordar los desafíos:



- **Construir confianza:** Establecer una comunicación transparente y honesta, ofreciendo información clara y comprensible sobre los productos y servicios, y brindando un excelente servicio al cliente.
- **Educación financiera:** Desarrollar programas y recursos educativos para mejorar el conocimiento sobre seguros y finanzas personales entre la población activa informal.
- **Alianzas estratégicas:** Colaborar con organizaciones de la sociedad civil, instituciones microfinancieras y otros actores clave para llegar a la población informal y generar confianza en la plataforma.
- **Innovación en productos y servicios:** Diseñar productos de seguros simples, flexibles y asequibles, adaptados a las necesidades y posibilidades económicas de la población informal.
- **Canales de distribución alternativos:** Explorar canales de distribución alternativos, como agentes de seguros comunitarios o puntos de venta en lugares estratégicos, para facilitar el acceso a la plataforma en zonas rurales o con baja conectividad.

El mercado potencial de EMPOWER en México es amplio y presenta oportunidades significativas para impulsar la inclusión financiera y la protección de la población activa informal. A través de una propuesta de valor diferenciada, estrategias de marketing efectivas y un enfoque en la educación financiera, EMPOWER tiene el potencial de convertirse en un referente en el mercado de seguros para la economía informal, generando un impacto positivo en la vida de millones de mexicanos.

E. Análisis FODA

Fortalezas

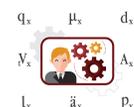
- **Enfoque en un nicho de mercado desatendido:** La población activa informal representa un segmento significativo de la población mexicana con necesidades de protección financiera no satisfechas. EMPOWER se enfoca en este nicho, ofreciendo soluciones adaptadas a sus necesidades y posibilidades.
- **Plataforma digital integral:** La plataforma ofrece una solución completa de protección finan-

ciera, integrando información sobre seguridad social, seguros privados y educación financiera en un solo lugar, brindando comodidad y facilidad de acceso a los usuarios.

- **Experiencia de usuario amigable:** La aplicación móvil y el portal web se diseñan con un enfoque en la usabilidad y la accesibilidad, lo que facilita la navegación y el uso intuitivo para los usuarios, incluso aquellos con poca experiencia en tecnología.
- **Tecnología innovadora:** La utilización de tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el big data permite personalizar la experiencia del usuario, ofrecer recomendaciones de seguros relevantes y agilizar los procesos de cotización y contratación, mejorando la eficiencia y la satisfacción del cliente.
- **Equipo multidisciplinario:** El equipo detrás de EMPOWER cuenta con profesionales con experiencia en el sector asegurador, tecnología, marketing y finanzas, así como expertos en seguridad social y educación financiera, lo que garantiza la capacidad de la startup para desarrollar una plataforma innovadora y efectiva.
- **Potencial de impacto social:** El proyecto tiene el potencial de generar un impacto social significativo al promover la inclusión financiera, mejorar la calidad de vida de la población activa informal, fomentar el ahorro y fortalecer la cultura de la prevención.

Oportunidades

- **Crecimiento del mercado de seguros:** El mercado de seguros en México está en expansión, impulsado por una creciente conciencia sobre la importancia de la protección financiera y la diversificación de la oferta de productos y servicios.
- **Avance de la tecnología:** La transformación digital está cambiando la forma en que las personas interactúan con las aseguradoras y acceden a los productos de seguros, creando oportunidades para la innovación y la disrupción en el sector.



- Apoyo gubernamental a la inclusión financiera: El gobierno mexicano está implementando políticas y programas para fomentar la inclusión financiera, lo que puede generar un entorno favorable para el desarrollo de EMPOWER.
- Alianzas estratégicas: La colaboración con aseguradoras, instituciones financieras y organizaciones de la sociedad civil puede ampliar la oferta de productos y servicios, así como fortalecer la educación financiera y la promoción de la inclusión financiera.
- Expansión a otros mercados: Una vez consolidado en México, el modelo de EMPOWER podría ser replicado en otros países de América Latina con características similares en términos de economía informal y baja penetración de seguros.

Debilidades

- Competencia con el sector asegurador tradicional: EMPOWER deberá competir con aseguradoras tradicionales que cuentan con una amplia base de clientes, recursos financieros y experiencia en el mercado.
- Desconfianza en los seguros: La población activa informal puede tener una percepción negativa de los seguros, considerándolos complejos, costosos o innecesarios, lo que puede dificultar la adopción de la plataforma.
- Barreras tecnológicas: El acceso a internet y la familiaridad con las tecnologías digitales pueden ser limitados en algunos segmentos de la población activa informal, lo que podría dificultar el uso de la plataforma.
- Dependencia de alianzas estratégicas: El éxito de EMPOWER dependerá en gran medida de la capacidad para establecer y mantener alianzas estratégicas con aseguradoras, instituciones financieras y otros actores clave.
- Modelo de negocio basado en comisiones: El modelo de negocio basado en comisiones por la venta de seguros puede generar conflictos de interés y limitar la objetividad de las recomendaciones ofrecidas a los usuarios

Amenazas

- Cambios regulatorios: Cambios en la regulación del sector asegurador podrían afectar el modelo de negocio o la operación de la plataforma.
- Crisis económicas: Una crisis económica podría reducir el poder adquisitivo de la población activa informal y afectar su capacidad para contratar seguros.
- Entrada de nuevos competidores: El surgimiento de otras startups o iniciativas similares podría aumentar la competencia en el nicho de mercado de la población activa informal.
- Resistencia al cambio: La población activa informal puede ser resistente a adoptar nuevas tecnologías o cambiar sus hábitos financieros, lo que podría dificultar la adopción de la plataforma.
- Problemas de seguridad y privacidad de datos: La plataforma deberá garantizar la seguridad y privacidad de los datos de los usuarios, para evitar riesgos de fraudes o filtraciones de información.

El análisis FODA revela que EMPOWER tiene un gran potencial para generar un impacto positivo en la inclusión financiera y la protección de la población activa informal en México. Sin embargo, también enfrenta desafíos importantes que deberán ser abordados de manera estratégica para garantizar su éxito a largo plazo. La clave estará en aprovechar sus fortalezas y oportunidades, al tiempo que se mitigan las debilidades y se enfrentan las amenazas, para consolidarse como una solución líder en el mercado de seguros para la economía informal.

F. Política de atención al cliente

Nuestro Compromiso

En EMPOWER, nos dedicamos a empoderar a la población activa informal a través de la educación financiera y el acceso a soluciones de protección. Nuestro compromiso es brindar una atención al cliente excepcional, basada en la empatía, la transparencia y la eficiencia

Principios de Atención



Accesibilidad: Nos esforzamos por ser accesibles a través de múltiples canales de comunicación, incluyendo nuestra plataforma digital, teléfono, correo electrónico y redes sociales, para que puedas contactarnos de la manera que te resulte más conveniente.

Empatía y Respeto: Entendemos que cada persona tiene necesidades y circunstancias únicas. Escuchamos atentamente tus inquietudes, te tratamos con respeto y te brindamos soluciones personalizadas.

Transparencia: Creemos en la comunicación clara y honesta. Te proporcionaremos información completa y comprensible sobre nuestros productos y servicios, así como sobre tus derechos y responsabilidades como cliente.

Eficiencia: Valoramos tu tiempo. Nos comprometemos a responder tus consultas y solicitudes de manera oportuna y a resolver cualquier problema de manera rápida y eficiente.

Mejora Continua: Buscamos constantemente mejorar nuestros servicios y procesos. Valoramos tus comentarios y sugerencias, y los utilizamos para optimizar nuestra atención al cliente.

Nuestros Canales de Atención

Plataforma Digital: Puedes acceder a nuestra plataforma web o aplicación móvil para realizar consultas, cotizaciones, contrataciones y gestiones relacionadas con tus seguros.

Teléfono: Nuestro equipo de atención al cliente está disponible para atender tus llamadas y brindarte asistencia personalizada.

Correo Electrónico: Puedes enviarnos tus consultas o solicitudes a través de correo electrónico y te responderemos a la brevedad posible

Redes Sociales: Estamos presentes en las principales redes sociales para mantenerte informado y responder tus preguntas.

Tiempo de Respuesta

Nos esforzamos por responder a todas las consultas y solicitudes en un plazo máximo de 24 horas hábiles. En caso de requerir un tiempo adicional para

investigar o resolver un problema, te mantendremos informado sobre el progreso.

Resolución de Conflictos

En caso de cualquier conflicto o insatisfacción con nuestros servicios, te invitamos a contactarnos a través de nuestros canales de atención. Nos comprometemos a escuchar tus inquietudes, investigar el problema y buscar una solución justa y equitativa.

Confidencialidad de Datos

Nos tomamos muy en serio la protección de tus datos personales. Cumplimos con todas las leyes y regulaciones aplicables en materia de protección de datos y garantizamos la confidencialidad de la información que nos proporcionas.

Tu Opinión es Importante

Valoramos tus comentarios y sugerencias. Si tienes alguna idea sobre cómo podemos mejorar nuestra atención al cliente, no dudes en hacérsola llegar. Tu opinión es fundamental para seguir brindando un servicio de excelencia.

¡Gracias por confiar en Seguro Inclusivo!

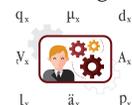
G. Estrategias de comunicación

Objetivo General

El objetivo principal de las estrategias de comunicación de EMPOWER es crear conciencia sobre la importancia de la protección financiera en la población activa informal, posicionar la plataforma como una solución integral y accesible, y generar confianza y credibilidad en la marca.

Público Objetivo

- Población activa informal: Trabajadores independientes, pequeños comerciantes, emprendedores, trabajadores del hogar, etc., que no cuentan con acceso a los beneficios de seguridad social tradicionales.
- Organizaciones de la sociedad civil: Asociaciones, fundaciones y otros grupos que trabajan con la población activa informal y que pueden actuar como aliados estratégicos en la difusión del proyecto.
- Instituciones gubernamentales: Agencias y organismos públicos relacionados con la seguridad



dad social, la inclusión financiera y el desarrollo económico.

- Medios de comunicación: Prensa, radio, televisión y medios digitales que pueden ayudar a difundir el mensaje de EMPOWER y generar visibilidad para la plataforma

Mensajes Clave

- Empoderamiento: EMPOWER te brinda las herramientas y el conocimiento para tomar el control de tu futuro financiero.
- Inclusión: Todos merecen acceso a la protección financiera, independientemente de su situación laboral.
- Simplicidad: Ofrecemos soluciones de seguros claras, sencillas y adaptadas a tus necesidades.
- Confianza: Somos una plataforma confiable y transparente, comprometida con tu bienestar financiero.

Canales de Comunicación

- Plataforma digital: El sitio web y la aplicación móvil serán los principales canales de comunicación, donde se ofrecerá información detallada sobre los productos y servicios, recursos educativos, herramientas de comparación y cotización, y la posibilidad de contratar seguros en línea.
- Redes sociales: Se utilizarán las principales redes sociales (Facebook, Instagram, Twitter, TikTok, etc.) para generar contenido de valor, interactuar con la audiencia, difundir campañas y promociones, y construir una comunidad en torno a la marca.
- Marketing de contenidos: Se creará contenido educativo y relevante sobre seguridad social, seguros privados y finanzas personales, adaptado al lenguaje y las necesidades de la población activa informal. Este contenido se difundirá a través de blogs, videos, infografías y otros formatos, y se compartirá en redes sociales y otros canales digitales.
- Relaciones públicas: Se establecerán relaciones con medios de comunicación y líderes de opi-

nión para generar visibilidad y credibilidad para la plataforma. Se buscará la participación en eventos y conferencias relevantes para el sector asegurador y la inclusión financiera.

- Alianzas estratégicas: Se colaborará con organizaciones de la sociedad civil, cámaras de comercio, sindicatos y otros actores clave para llegar a la población activa informal y promover la plataforma. Se buscará la participación en programas y proyectos conjuntos que fomenten la educación financiera y la inclusión.
- Eventos y talleres: Se organizarán eventos y talleres presenciales y virtuales para educar a la población activa informal sobre la importancia de la protección financiera y presentar las soluciones que ofrece EMPOWER.
- Marketing directo: Se utilizarán herramientas de marketing directo, como correo electrónico y mensajes de texto, para comunicarse con los usuarios registrados en la plataforma, ofrecerles promociones personalizadas y mantenerlos informados sobre novedades y actualizaciones.

Estrategias Específicas

- Campañas de concientización: Se lanzarán campañas en redes sociales y otros medios para generar conciencia sobre la importancia de la protección financiera y los beneficios de contar con un seguro.
- Testimonios y casos de éxito: Se compartirán historias de usuarios que hayan mejorado su calidad de vida gracias a EMPOWER, para generar confianza y credibilidad en la plataforma.
- Influencer marketing: Se colaborará con influencers y líderes de opinión relevantes para el público objetivo, para amplificar el alcance de los mensajes y generar engagement.
- Gamificación: Se implementarán elementos de gamificación en la plataforma para hacer que el aprendizaje sobre seguros y finanzas personales sea más divertido y atractivo.
- Programas de lealtad: Se ofrecerán recompensas y beneficios a los usuarios que contraten seguros a través de la plataforma, para fomentar



la fidelización y el uso continuo de los servicios.

Medición y Evaluación

Se establecerán indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el impacto de las estrategias de comunicación, como el número de usuarios registrados en la plataforma, el número de cotizaciones y contrataciones realizadas, el alcance y engagement en redes sociales, y la satisfacción del cliente. Estos datos se analizarán periódicamente para evaluar la efectividad de las estrategias y realizar ajustes si es necesario.

Las estrategias de comunicación de EMPOWER serán fundamentales para lograr sus objetivos de inclusión financiera, promoción de seguros y generación de impacto social. A través de una combinación de canales digitales y tradicionales, contenido de valor, alianzas estratégicas y un enfoque en la educación financiera, la plataforma se posicionará como un referente en el mercado de seguros para la población activa informal, brindando soluciones accesibles y personalizadas que contribuyan a su bienestar y desarrollo.

H. Atracción al Cliente

Marketing de Contenidos y SEO

Creación de contenido de valor: Desarrollar artículos de blog, infografías, videos y guías prácticas que eduquen a la población informal sobre la importancia de la protección financiera, los beneficios de los seguros y cómo elegir las opciones adecuadas.

Optimización para motores de búsqueda (SEO): Asegurar que el contenido sea fácilmente encontrado en buscadores como Google, utilizando palabras clave relevantes y optimizando la estructura y metadatos del sitio web.

Difusión en redes sociales: Compartir el contenido en redes sociales populares entre el público objetivo, como Facebook, Instagram, TikTok y WhatsApp, generando interacción y participación.

Alianzas Estratégicas

Organizaciones de la sociedad civil: Colaborar con organizaciones que trabajan con la población

informal para ofrecer talleres de educación financiera, charlas informativas y acceso a la plataforma EMPOWER.

Cámaras de comercio y asociaciones empresariales: Establecer alianzas para promover la plataforma entre sus miembros y ofrecer soluciones de seguros adaptadas a las necesidades de las pequeñas empresas y emprendedores informales.

Instituciones microfinancieras: Ofrecer productos de seguros complementarios a los servicios financieros que brindan estas instituciones, facilitando el acceso a la protección financiera para sus clientes.

Empresas con trabajadores informales: Establecer acuerdos para ofrecer seguros colectivos a los trabajadores informales de estas empresas, brindando beneficios tanto a los empleados como a los empleadores.

Marketing Digital y Redes Sociales

Publicidad en redes sociales: Utilizar anuncios segmentados en redes sociales para llegar al público objetivo, destacando los beneficios de la plataforma y ofreciendo promociones especiales.

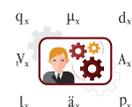
Email marketing: Enviar correos electrónicos personalizados a usuarios registrados y potenciales clientes, con información relevante sobre seguros, promociones y novedades de la plataforma.

Marketing de influencers: Colaborar con influencers y líderes de opinión relevantes para el público objetivo, para amplificar el alcance de los mensajes y generar confianza en la marca.

Participación en comunidades en línea: Participar activamente en grupos y foros en línea donde se reúna la población activa informal, brindando información y respondiendo preguntas sobre seguros y protección financiera

Eventos y Activaciones

Talleres de educación financiera: Organizar talleres presenciales y virtuales en comunidades, mercados y otros lugares frecuentados por la población informal, para educar sobre la importancia de los



seguros y presentar la plataforma.

Ferias y exposiciones: Participar en ferias y exposiciones relacionadas con el emprendimiento, la economía informal y los servicios financieros, para dar a conocer la plataforma y generar contactos.

Activaciones en puntos de venta: Realizar activaciones en lugares estratégicos, como mercados, tianguis y centros comerciales, para interactuar con el público objetivo y presentar los beneficios de la plataforma de manera directa

Estrategias de Referidos y Lealtad

Programa de referidos: Incentivar a los usuarios a recomendar la plataforma a sus amigos y familiares, ofreciendo recompensas o descuentos por cada nuevo cliente referido.

Programa de lealtad: Ofrecer beneficios exclusivos a los usuarios frecuentes de la plataforma, como descuentos en primas, acceso a servicios adicionales o participación en sorteos y promociones.

Atención al Cliente Personalizada

Chatbots y asistentes virtuales: Brindar atención inmediata y personalizada a través de chatbots y asistentes virtuales en la plataforma, respondiendo preguntas frecuentes y guiando a los usuarios en el proceso de cotización y contratación.

Asesoría telefónica y en línea: Ofrecer la posibilidad de comunicarse con asesores especializados por teléfono o videollamada para recibir orientación y resolver dudas más complejas.

Puntos de atención presenciales: Establecer puntos de atención en lugares estratégicos, como mercados y centros comunitarios, para brindar asesoría personalizada y facilitar el acceso a la plataforma para aquellos usuarios con menos familiaridad con la tecnología

Adaptación Cultural y Lingüística

Contenido localizado: Adaptar el contenido de la plataforma y las comunicaciones al lenguaje y las referencias culturales de la población activa informal,

utilizando ejemplos y situaciones que les resulten familiares y relevantes.

Traducción a lenguas indígenas: En regiones con alta presencia de población indígena, ofrecer la plataforma y los materiales de comunicación en las lenguas locales, garantizando la accesibilidad y comprensión para todos los usuarios

3. ROADMAP BASE LEAN STARTUP

A. Lean Startup

La metodología Lean Startup ha revolucionado la forma en que las empresas, especialmente las startups, abordan el desarrollo de productos y servicios. En un mundo donde la incertidumbre y el cambio son constantes, esta metodología ofrece un enfoque ágil y centrado en el cliente para crear negocios exitosos. A lo largo de este extenso análisis, exploraremos en profundidad los principios, las herramientas y las prácticas clave de la metodología Lean Startup.

La metodología Lean Startup

La metodología Lean Startup es un enfoque sistemático para el desarrollo de productos y negocios que se basa en la experimentación, el aprendizaje validado y la iteración constante. Fue popularizada por Eric Ries en su libro *The Lean Startup* (2011) y se ha convertido en una herramienta esencial para emprendedores y empresas que buscan navegar en entornos de alta incertidumbre.

Orígenes y Filosofía

La metodología Lean Startup tiene sus raíces en la filosofía Lean Manufacturing, desarrollada por Toyota en la industria automotriz. Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios y la optimización de procesos para crear valor de manera eficiente. La metodología Lean Startup adapta estos principios al mundo del emprendimiento, donde el "desperdicio" puede incluir el desarrollo de productos que nadie quiere o la inversión en estrategias de marketing ineficaces.

Principios Fundamentales

La metodología Lean Startup se basa en varios principios clave:

- **Aprendizaje Validado:** En lugar de basarse en suposiciones, los emprendedores deben buscar evidencia empírica para validar sus ideas



de negocio. Esto implica diseñar experimentos, recopilar datos y analizar los resultados para aprender de manera continua.

- **Iteración Rápida:** En lugar de desarrollar un producto completo antes de lanzarlo al mercado, la metodología Lean Startup promueve la creación de un Producto Mínimo Viable (MVP) que se puede probar y mejorar rápidamente en función de la retroalimentación de los clientes.
- **Mentalidad de Crecimiento:** Los emprendedores deben adoptar una mentalidad de crecimiento, estar abiertos al aprendizaje y dispuestos a cambiar de dirección si es necesario. El fracaso se considera una oportunidad de aprendizaje, no un obstáculo insuperable.
- **Construir-Medir-Aprender:** Este ciclo de retroalimentación constante es el corazón de la metodología Lean Startup. Los emprendedores construyen un MVP, miden su desempeño y aprenden de los resultados para mejorar el producto o servicio.

Proceso Lean Startup:

El proceso Lean Startup se puede dividir en varias etapas clave:

1. **Generación de Ideas:** La primera etapa implica la generación de ideas de negocio. Esto puede incluir la identificación de problemas que necesitan soluciones, la exploración de nuevas tecnologías o la adaptación de modelos de negocio existentes.
2. **Desarrollo de Hipótesis:** Una vez que se ha identificado una idea prometedora, el siguiente paso es desarrollar hipótesis sobre el mercado, los clientes y el producto o servicio. Estas hipótesis son suposiciones que deben ser validadas a través de la experimentación.
3. **Creación del Producto Mínimo Viable (MVP):** El MVP es una versión simplificada del producto o servicio que se lanza al mercado lo antes posible para recopilar retroalimentación de los clientes. El objetivo del MVP es validar las hipótesis clave y aprender lo máximo posible con la mínima inversión de tiempo y recursos.
4. **Experimentación y Medición:** Una vez que el MVP está en el mercado, se realizan experimentos para probar las hipótesis y medir el desempeño del producto o servicio. Estos experimentos pueden incluir encuestas, pruebas

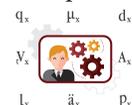
A/B, análisis de datos de uso y otras técnicas de investigación de mercado.

5. **Análisis y Aprendizaje:** Los datos recopilados de los experimentos se analizan para extraer conclusiones y aprender sobre el mercado, los clientes y el producto o servicio. Este aprendizaje se utiliza para tomar decisiones informadas sobre el futuro del negocio, ya sea pivotar (cambiar de dirección) o perseverar (continuar con el plan actual).
6. **Iteración y Mejora:** En función del aprendizaje obtenido, el producto o servicio se mejora y se lanza una nueva versión al mercado. Este ciclo de construir-medir-aprender se repite de manera continua para optimizar el producto o servicio y adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado.

Herramientas y Técnicas Clave:

La metodología Lean Startup utiliza una variedad de herramientas y técnicas para facilitar el proceso de desarrollo de productos y negocios:

- **El Lienzo de Modelo de Negocio (Business Model Canvas):** El *Business Model Canvas* es una herramienta visual que ayuda a los emprendedores a describir, diseñar y analizar su modelo de negocio. Se divide en nueve bloques que representan los componentes clave de un negocio, como los segmentos de clientes, la propuesta de valor, los canales de distribución y la estructura de costos.
- **El Mapa de Empatía (Empathy Map):** El *Empathy Map* es una herramienta que ayuda a los emprendedores a comprender mejor a sus clientes. Se divide en cuatro cuadrantes que representan lo que los clientes piensan, sienten, ven, oyen, dicen y hacen. Esta herramienta ayuda a los emprendedores a ponerse en el lugar de sus clientes y diseñar productos o servicios que satisfagan sus necesidades reales.
- **El Desarrollo de Clientes (Customer Development):** El *Customer Development* es un proceso de cuatro pasos que implica descubrir, validar, crear y construir relaciones con los clientes. Este proceso ayuda a los emprendedores a identificar y comprender a sus clientes ideales, validar sus hipótesis de mercado y desarrollar produc-



tos o servicios que satisfagan las necesidades del mercado.

- **Las Métricas Pirata (Pirate Metrics):** Las *Pirate Metrics*, también conocidas como las métricas AARRR, son un conjunto de cinco métricas clave que ayudan a los emprendedores a medir el crecimiento y el éxito de su negocio. Estas métricas son: Adquisición, Activación, Retención, Ingresos y Referencia.
- **Las Pruebas A/B:** Las pruebas A/B son una técnica de experimentación que implica comparar dos versiones de un producto o servicio para determinar cuál funciona mejor. Esta técnica ayuda a los emprendedores a tomar decisiones basadas en datos sobre el diseño, la funcionalidad y el marketing de su producto o servicio.

Beneficios de la Metodología Lean Startup

La adopción de la metodología Lean Startup ofrece una serie de beneficios para las empresas:

- **Reducción de Riesgos:** Al validar las hipótesis de negocio a través de la experimentación, la metodología Lean Startup ayuda a reducir el riesgo de invertir tiempo y recursos en productos o servicios que no tienen demanda en el mercado.
- **Aceleración del Tiempo de Comercialización:** Al centrarse en el desarrollo de un MVP y la iteración rápida, la metodología Lean Startup permite a las empresas lanzar productos o servicios al mercado más rápidamente, lo que les da una ventaja competitiva.
- **Mejora de la Satisfacción del Cliente:** Al involucrar a los clientes en el proceso de desarrollo de productos, la metodología Lean Startup ayuda a las empresas a crear productos o servicios que satisfacen las necesidades reales de los clientes, lo que aumenta la satisfacción y la lealtad.
- **Mayor Eficiencia y Rentabilidad:** Al eliminar el desperdicio y optimizar los procesos, la metodología Lean Startup ayuda a las empresas a operar de manera más eficiente y rentable.
- **Fomento de la Innovación:** Al promover una

mentalidad de crecimiento y la experimentación constante, la metodología Lean Startup crea un entorno propicio para la innovación y la adaptación al cambio.

Casos de Éxito de la Metodología Lean Startup

Numerosas empresas han logrado el éxito al adoptar la metodología Lean Startup:

- **Dropbox:** Comenzó con un MVP en forma de un video explicativo para validar la demanda del mercado antes de desarrollar el producto completo.
- **Zappos:** Validó su hipótesis de negocio vendiendo zapatos de otras tiendas en línea antes de invertir en su propio inventario.
- **Airbnb:** Comenzó alquilando colchones de aire en su propio apartamento para validar la demanda del mercado de alojamiento compartido.

Desafíos y Consideraciones

Aunque la metodología Lean Startup ofrece muchos beneficios, también presenta algunos desafíos y consideraciones:

- **Resistencia al Cambio:** La adopción de la metodología Lean Startup puede requerir un cambio cultural significativo en las empresas, lo que puede generar resistencia por parte de los empleados y la gerencia.
- **Falta de Paciencia:** La metodología Lean Startup requiere paciencia y perseverancia, ya que el proceso de experimentación y aprendizaje puede llevar tiempo. Algunas empresas pueden abandonar el enfoque si no ven resultados inmediatos.
- **Dificultad para Medir el Progreso:** En entornos de alta incertidumbre, puede ser difícil medir el progreso y determinar si un experimento ha sido exitoso o no. Las empresas deben establecer métricas claras y relevantes para evaluar el desempeño.
- **Gestión de la Incertidumbre:** La metodología Lean Startup se basa en la aceptación de la incertidumbre y la capacidad de adaptarse al cambio. Algunas empresas pueden tener difi-



cultades para operar en un entorno donde el futuro es incierto.

La metodología Lean Startup ha demostrado ser una herramienta poderosa para las empresas que buscan navegar en entornos de alta incertidumbre y crear productos o servicios exitosos. Al centrarse en la experimentación.

B. Roadmap 36 meses

Fase 1: Descubrimiento y Validación (Meses 1-6)

Mes 1:

- **Lanzamiento del MVP:** El Producto Mínimo Viable (MVP) ya está en el mercado, ofreciendo funcionalidades básicas de información sobre seguridad social y comparador de seguros.
- **Recopilación de feedback de usuarios:** Se inicia la recopilación activa de comentarios y sugerencias de los primeros usuarios para identificar áreas de mejora y validar la propuesta de valor.
- **Análisis de datos y métricas clave:** Se establecen los sistemas de seguimiento y análisis de datos para medir el uso de la plataforma, la conversión de usuarios en clientes y otras métricas clave.
- **Inicio de la búsqueda de alianzas estratégicas:** Se identifican y contactan aseguradoras, instituciones financieras y organizaciones potenciales para establecer colaboraciones.

Meses 2-3:

- **Iteración y mejora del MVP:** Se realizan las primeras mejoras y ajustes en el MVP basándose en la retroalimentación de los usuarios y los datos recopilados.
- **Expansión de las pruebas con usuarios:** Se amplía el grupo de usuarios que prueban la plataforma para obtener una muestra más representativa y diversa.
- **Primeras conversaciones con aliados potenciales:** Se llevan a cabo reuniones y presentaciones con aseguradoras e instituciones financieras para explorar posibles colaboraciones.

Meses 4-6:

- **Desarrollo de nuevas funcionalidades:** Se incorporan nuevas funcionalidades al MVP, como el cotizador en línea y la contratación digital de seguros, siempre priorizando las necesidades de los usuarios.

- **Lanzamiento de versiones actualizadas del MVP:** Se lanzan versiones mejoradas de la plataforma con las nuevas funcionalidades, y se continúa recopilando feedback de los usuarios.

- **Consolidación de las primeras alianzas estratégicas:** Se formalizan los acuerdos con los primeros aliados estratégicos, ampliando la oferta de productos y servicios en la plataforma.

- **Inicio de la planificación de la estrategia de marketing y comunicación:** Se comienza a planificar la estrategia para el lanzamiento oficial.

Fase 2: Crecimiento y Escalabilidad (Meses 7-18)

Mes 7:

- **Lanzamiento oficial de la plataforma:** Se lanza la plataforma completa al mercado, con todas las funcionalidades desarrolladas y probadas, y una estrategia de marketing y comunicación para atraer nuevos usuarios.
- **Implementación de campañas de adquisición de usuarios:** Se ponen en marcha las primeras campañas de marketing digital y en redes sociales para dar a conocer la plataforma.
- **Seguimiento y análisis de resultados:** Se monitorean de cerca los resultados de las campañas y se realizan ajustes para optimizar su efectividad.

Meses 8-12:

- **Expansión de la base de clientes:** Se implementan estrategias de adquisición de usuarios y se trabaja en la conversión de usuarios en clientes, ofreciendo una experiencia excepcional.
- **Desarrollo de nuevos productos y servicios:** Se incorporan nuevos tipos de seguros y soluciones financieras a la plataforma.
- **Fortalecimiento de las alianzas estratégicas:** Se mejora la integración de productos y servicios de los aliados estratégicos en la plataforma.

- **Optimización de la plataforma y la experiencia del usuario:** Se realizan mejoras continuas en la plataforma y la aplicación móvil, basándose en la retroalimentación de los usuarios y el análisis de datos.

Meses 13-18:



- **Escalabilidad y crecimiento:** Se implementan estrategias para lograr un crecimiento sostenible y escalable, optimizando los procesos internos, la tecnología y la infraestructura.
- **Desarrollo de nuevas funcionalidades:** Se incorporan nuevas herramientas como educación financiera, programas de lealtad y opciones de pago flexibles.
- **Ampliación de las alianzas estratégicas:** Se exploran nuevas colaboraciones con instituciones financieras y otros actores clave.
- **Exploración de nuevos mercados:** Se realiza una investigación preliminar sobre la posibilidad de expandir la plataforma a otras regiones de México o América Latina.

Fase 3: Consolidación y Expansión (Meses 19-36)

Meses 19-24:

- **Consolidación del crecimiento:** Se mantiene un crecimiento sostenible, optimizando costos y mejorando la eficiencia operativa.
- **Expansión geográfica:** Se inicia la expansión de la plataforma a nuevas regiones de México, adaptando los productos a las necesidades locales.
- **Nuevas líneas de negocio:** Se exploran oportunidades como microcréditos y herramientas de ahorro e inversión.

Meses 25-36:

- **Expansión internacional:** Se evalúa y ejecuta la expansión a otros países de América Latina.
- **Consolidación de la marca:** Se fortalece la reputación de EMPOWER como líder en seguros para la población activa informal.
- **Ecosistema de servicios financieros:** Se amplía la gama de servicios financieros como microcréditos, ahorro e inversión.
- **Evaluación del impacto social:** Se realiza una evaluación rigurosa del impacto social y económico generado por la plataforma.

Este roadmap detallado, basado en la metodología Lean Startup, proporciona una guía clara para la ejecución del proyecto EMPOWER a lo largo de 36 meses,



desde la validación inicial del MVP hasta la consolidación y expansión de la plataforma. Al mantener un enfoque en la experimentación, el aprendizaje continuo y la adaptabilidad, EMPOWER podrá superar los desafíos y aprovechar las oportunidades que se presenten, logrando su objetivo de empoderar a la población activa informal a través de la protección financiera y la inclusión.

4. PROYECCIÓN FINANCIERA

En las Figuras 6, 7, 8, se presenta la proyección financiera mensualizada para los próximos tres años, considerando los ingresos por subcomisiones de seguros y los gastos operativos del proyecto.

Usuarios: Se asume un crecimiento gradual de usuarios, comenzando con 500 en el primer mes y llegando a 18,000 al final del tercer año. Este crecimiento puede ser impulsado por estrategias de marketing y adquisición de clientes.

Clientes: Se estima una tasa de conversión del 2%, lo que significa que el 2% de los usuarios se convertirán en clientes que contratan algún tipo de seguro a través de la plataforma.

Ingresos: Los ingresos se generan a partir de las comisiones por la intermediación de seguros. Se asume una subcomisión del 7.5% sobre el costo de los planes de Vida y Gastos Médicos, y del 4% sobre los seguros de Autos y Daños. La inversión anual promedio se estima en 10,000 pesos para Vida/Gastos Médicos y 10,000 pesos para Autos/Daños.

Salarios: En los gastos se incluyen salarios promedio de 20,000 pesos por persona, empezando con dos personas en el equipo e incorporándose paulatinamente más miembros.

Costos de marketing: Se contempla un gasto en tracción de usuarios inicial de 40,000 pesos al mes, siendo un gasto creciente a lo largo del tiempo.

Desarrollo: Se contempla un gasto incremental en desarrollo, al buscar un refinamiento y ampliación de capacidades continuo de la plataforma y la app.

Operativo: Se contempla un gasto inherente a renta de oficina (inicialmente remoto) y gastos generales.

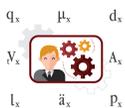
Mes	Usuarios	Clientes	Ingreso Vida y GMM	Ingresos Autos y Daños	TOTAL INGRESOS
1	100	2	\$ 1,500	\$ 800	\$ 2,300
2	178	3	\$ 2,250	\$ 1,200	\$ 3,450
3	312	6	\$ 4,500	\$ 2,400	\$ 6,900
4	541	10	\$ 7,500	\$ 4,000	\$ 11,500
5	925	18	\$ 13,500	\$ 7,200	\$ 20,700
6	1,559	31	\$ 23,250	\$ 12,400	\$ 35,650
7	2,591	51	\$ 38,250	\$ 20,400	\$ 58,650
8	4,244	84	\$ 63,000	\$ 33,600	\$ 96,600
9	6,849	136	\$ 102,000	\$ 54,400	\$ 156,400
10	8,287	165	\$ 123,750	\$ 66,000	\$ 189,750
11	9,944	198	\$ 148,500	\$ 79,200	\$ 227,700
12	11,833	236	\$ 177,000	\$ 94,400	\$ 271,400
13	13,962	279	\$ 209,250	\$ 111,600	\$ 320,850
14	16,335	326	\$ 244,500	\$ 130,400	\$ 374,900
15	18,948	378	\$ 283,500	\$ 151,200	\$ 434,700
16	20,842	416	\$ 312,000	\$ 166,400	\$ 478,400
17	22,717	454	\$ 340,500	\$ 181,600	\$ 522,100
18	24,534	490	\$ 367,500	\$ 196,000	\$ 563,500
19	26,251	525	\$ 393,750	\$ 210,000	\$ 603,750
20	27,826	556	\$ 417,000	\$ 222,400	\$ 639,400
21	29,217	584	\$ 438,000	\$ 233,600	\$ 671,600
22	30,385	607	\$ 455,250	\$ 242,800	\$ 698,050
23	31,296	625	\$ 468,750	\$ 250,000	\$ 718,750
24	33,486	669	\$ 501,750	\$ 267,600	\$ 769,350
25	35,495	709	\$ 531,750	\$ 283,600	\$ 815,350
26	37,269	745	\$ 558,750	\$ 298,000	\$ 856,750
27	38,759	775	\$ 581,250	\$ 310,000	\$ 891,250
28	39,921	798	\$ 598,500	\$ 319,200	\$ 917,700
29	40,719	814	\$ 610,500	\$ 325,600	\$ 936,100
30	41,126	822	\$ 616,500	\$ 328,800	\$ 945,300
31	43,182	863	\$ 647,250	\$ 345,200	\$ 992,450
32	44,909	898	\$ 673,500	\$ 359,200	\$ 1,032,700
33	46,256	925	\$ 693,750	\$ 370,000	\$ 1,063,750
34	47,181	943	\$ 707,250	\$ 377,200	\$ 1,084,450
35	47,652	953	\$ 714,750	\$ 381,200	\$ 1,095,950
36	48,128	962	\$ 721,500	\$ 384,800	\$ 1,106,300

Figura 6 Gatos Operativos del Proyecto



Mes	Salarios	Marketing	Desarrollo	Operativo	TOTAL GASTOS
1	-\$ 40,000	- 20,000.0	-40,000	-\$ 10,000	-\$ 110,000
2	-\$ 40,000	- 20,000.0	-40,000	-\$ 10,000	-\$ 110,000
3	-\$ 40,000	- 20,000.0	-40,000	-\$ 10,000	-\$ 110,000
4	-\$ 40,000	- 20,000.0	-40,000	-\$ 10,000	-\$ 110,000
5	-\$ 40,000	- 20,000.0	-40,000	-\$ 10,000	-\$ 110,000
6	-\$ 60,000	- 20,000.0	-60,000	-\$ 15,000	-\$ 155,000
7	-\$ 60,000	- 30,000.0	-60,000	-\$ 15,000	-\$ 165,000
8	-\$ 60,000	- 30,000.0	-60,000	-\$ 15,000	-\$ 165,000
9	-\$ 60,000	- 30,000.0	-60,000	-\$ 15,000	-\$ 165,000
10	-\$ 60,000	- 30,000.0	-60,000	-\$ 15,000	-\$ 165,000
11	-\$ 60,000	- 30,000.0	-60,000	-\$ 15,000	-\$ 165,000
12	-\$ 80,000	- 30,000.0	-80,000	-\$ 20,000	-\$ 210,000
13	-\$ 80,000	- 50,000.0	-80,000	-\$ 20,000	-\$ 230,000
14	-\$ 80,000	- 50,000.0	-80,000	-\$ 20,000	-\$ 230,000
15	-\$ 80,000	- 50,000.0	-80,000	-\$ 20,000	-\$ 230,000
16	-\$ 80,000	- 50,000.0	-80,000	-\$ 20,000	-\$ 230,000
17	-\$ 80,000	- 50,000.0	-80,000	-\$ 20,000	-\$ 230,000
18	-\$ 100,000	- 50,000.0	-100,000	-\$ 25,000	-\$ 275,000
19	-\$ 100,000	- 75,000.0	-100,000	-\$ 25,000	-\$ 300,000
20	-\$ 100,000	- 75,000.0	-100,000	-\$ 25,000	-\$ 300,000
21	-\$ 100,000	- 75,000.0	-100,000	-\$ 25,000	-\$ 300,000
22	-\$ 100,000	- 75,000.0	-100,000	-\$ 25,000	-\$ 300,000
23	-\$ 100,000	- 75,000.0	-100,000	-\$ 25,000	-\$ 300,000
24	-\$ 120,000	- 75,000.0	-120,000	-\$ 30,000	-\$ 345,000
25	-\$ 120,000	- 150,000.0	-120,000	-\$ 30,000	-\$ 420,000
26	-\$ 120,000	- 150,000.0	-120,000	-\$ 30,000	-\$ 420,000
27	-\$ 120,000	- 150,000.0	-120,000	-\$ 30,000	-\$ 420,000
28	-\$ 120,000	- 150,000.0	-120,000	-\$ 30,000	-\$ 420,000
29	-\$ 120,000	- 150,000.0	-120,000	-\$ 30,000	-\$ 420,000
30	-\$ 140,000	- 150,000.0	-140,000	-\$ 35,000	-\$ 465,000
31	-\$ 140,000	- 300,000.0	-140,000	-\$ 35,000	-\$ 615,000
32	-\$ 140,000	- 300,000.0	-140,000	-\$ 35,000	-\$ 615,000
33	-\$ 140,000	- 300,000.0	-140,000	-\$ 35,000	-\$ 615,000
34	-\$ 140,000	- 300,000.0	-140,000	-\$ 35,000	-\$ 615,000
35	-\$ 140,000	- 300,000.0	-140,000	-\$ 35,000	-\$ 615,000
36	-\$ 160,000	- 300,000.0	-160,000	-\$ 40,000	-\$ 660,000

Figura 7 Gatos Operativos del Proyecto



Mes	TOTAL INGRESOS	TOTAL GASTOS	RESULTADO	ACUMULADO
1	\$ 2,300	-\$ 110,000	-\$ 107,700	-\$ 107,700
2	\$ 3,450	-\$ 110,000	-\$ 106,550	-\$ 214,250
3	\$ 6,900	-\$ 110,000	-\$ 103,100	-\$ 317,350
4	\$ 11,500	-\$ 110,000	-\$ 98,500	-\$ 415,850
5	\$ 20,700	-\$ 110,000	-\$ 89,300	-\$ 505,150
6	\$ 35,650	-\$ 155,000	-\$ 119,350	-\$ 624,500
7	\$ 58,650	-\$ 165,000	-\$ 106,350	-\$ 730,850
8	\$ 96,600	-\$ 165,000	-\$ 68,400	-\$ 799,250
9	\$ 156,400	-\$ 165,000	-\$ 8,600	-\$ 807,850
10	\$ 189,750	-\$ 165,000	\$ 24,750	-\$ 783,100
11	\$ 227,700	-\$ 165,000	\$ 62,700	-\$ 720,400
12	\$ 271,400	-\$ 210,000	\$ 61,400	-\$ 659,000
13	\$ 320,850	-\$ 230,000	\$ 90,850	-\$ 568,150
14	\$ 374,900	-\$ 230,000	\$ 144,900	-\$ 423,250
15	\$ 434,700	-\$ 230,000	\$ 204,700	-\$ 218,550
16	\$ 478,400	-\$ 230,000	\$ 248,400	\$ 29,850
17	\$ 522,100	-\$ 230,000	\$ 292,100	\$ 321,950
18	\$ 563,500	-\$ 275,000	\$ 288,500	\$ 610,450
19	\$ 603,750	-\$ 300,000	\$ 303,750	\$ 914,200
20	\$ 639,400	-\$ 300,000	\$ 339,400	\$ 1,253,600
21	\$ 671,600	-\$ 300,000	\$ 371,600	\$ 1,625,200
22	\$ 698,050	-\$ 300,000	\$ 398,050	\$ 2,023,250
23	\$ 718,750	-\$ 300,000	\$ 418,750	\$ 2,442,000
24	\$ 769,350	-\$ 345,000	\$ 424,350	\$ 2,866,350
25	\$ 815,350	-\$ 420,000	\$ 395,350	\$ 3,261,700
26	\$ 856,750	-\$ 420,000	\$ 436,750	\$ 3,698,450
27	\$ 891,250	-\$ 420,000	\$ 471,250	\$ 4,169,700
28	\$ 917,700	-\$ 420,000	\$ 497,700	\$ 4,667,400
29	\$ 936,100	-\$ 420,000	\$ 516,100	\$ 5,183,500
30	\$ 945,300	-\$ 465,000	\$ 480,300	\$ 5,663,800
31	\$ 992,450	-\$ 615,000	\$ 377,450	\$ 6,041,250
32	\$ 1,032,700	-\$ 615,000	\$ 417,700	\$ 6,458,950
33	\$ 1,063,750	-\$ 615,000	\$ 448,750	\$ 6,907,700
34	\$ 1,084,450	-\$ 615,000	\$ 469,450	\$ 7,377,150
35	\$ 1,095,950	-\$ 615,000	\$ 480,950	\$ 7,858,100
36	\$ 1,106,300	-\$ 660,000	\$ 446,300	\$ 8,304,400

Figura 8 Gatos Operativos del Proyecto



Flujo de Caja: El flujo de caja es la diferencia entre los ingresos y los gastos en cada mes. Durante los primeros meses, el flujo de caja será negativo debido a la inversión inicial y los costos operativos. A partir del noveno mes se alcanza el punto de inflexión y para el mes 16 la startup muestra un resultado general positivo.

Inversión Requerida: La inversión requerida para un arranque exitoso es de alrededor de \$800,000 pesos para sostener la etapa inicial, que contempla los primeros nueve meses. De contar con un capital inicial mayor, el gasto sería mayormente destinado a marketing, con el objetivo de generar una salida a mercado más agresiva.

Rentabilidad: Se estima que, con la inversión requerida, se puede contar con una rentabilidad cercana al medio millón de pesos mensuales, con un horizonte de tres años. En esta fase se contemplaría hacer reinversiones de las utilidades para lograr un conocimiento de marca y atracción de usuarios mayor.

La proyección financiera presentada sugiere que EMPOWER tiene el potencial de ser un proyecto rentable y sostenible a largo plazo, siempre y cuando se implementen estrategias efectivas de adquisición de clientes, se mantenga un control de gastos riguroso y se adapte a las condiciones cambiantes del mercado.

Es importante recordar que esta proyección es una estimación basada en ciertas suposiciones y que los resultados reales pueden variar. Se recomienda realizar un seguimiento constante de los indicadores clave de desempeño y ajustar la estrategia según sea necesario para garantizar el éxito del proyecto.

5. CONCLUSIÓN

Imaginemos un México donde cada trabajador, sin importar su situación laboral, tenga acceso a la protección financiera que merece. EMPOWER es la startup que hará realidad esta visión. Nuestra plataforma digital revolucionará el acceso a seguros y seguridad social para la población activa informal, un mercado desatendido con un potencial enorme.

A través de información clara, comparaciones sencillas y contratación 100% digital, brindamos soluciones personalizadas y accesibles que se adaptan a las necesidades reales de este segmento. No solo ofrecemos seguros, sino que también promovemos la educación financiera,



empoderando a las personas para tomar decisiones informadas sobre su futuro.

Con EMPOWER, estamos construyendo un México más inclusivo y seguro, donde todos tengan la oportunidad de prosperar. ¡Únete a nosotros en esta emocionante aventura hacia un futuro financiero más brillante para todos!

6. UNA COSA MÁS

La Visión de Futuro: EMPOWER como Fintech

La ambición de EMPOWER no se detiene en ser una plataforma de seguros para la población activa informal. Visualizamos un futuro en el que evolucionemos hacia una fintech integral, capaz de ofrecer una gama completa de servicios financieros que impulsen la inclusión y el empoderamiento económico de este segmento de la población.

Expansión hacia el Crédito

Reconocemos que el acceso al crédito es un desafío importante para los trabajadores informales. Las instituciones financieras tradicionales a menudo los excluyen debido a la falta de historial crediticio formal o ingresos estables. EMPOWER busca romper esta barrera, ofreciendo microcréditos y préstamos personalizados que se adapten a sus necesidades y capacidades de pago.

Utilizando la tecnología y el análisis de datos, evaluaremos el perfil de riesgo de cada solicitante de manera más justa y flexible, considerando factores como su historial de transacciones en la plataforma, su comportamiento de pago en servicios básicos y otros indicadores alternativos de solvencia. De esta manera, brindaremos oportunidades de financiamiento a quienes tradicionalmente han sido excluidos del sistema financiero, permitiéndoles invertir en sus negocios, mejorar su vivienda o hacer frente a gastos imprevistos.

Cuenta de Ahorro con Intereses

El ahorro es un pilar fundamental para la estabilidad financiera, pero muchas personas en la economía informal carecen de acceso a cuentas de ahorro formales que les permitan generar intereses y hacer crecer su patrimonio. EMPOWER ofrecerá una cuenta de ahorro digital con intereses competitivos, accesible y fácil de usar, que incentive el hábito del ahorro y brinde a los usuarios la oportunidad de construir un futuro financiero más sólido.

Además, la cuenta de ahorro estará integrada con las demás funcionalidades de la plataforma, permitiendo a

los usuarios gestionar sus finanzas de manera integral y visualizar el impacto de sus decisiones de ahorro en su protección financiera y sus objetivos a largo plazo.

Tarjeta de Crédito Inclusiva

La tarjeta de crédito es una herramienta financiera poderosa que puede facilitar el acceso al crédito y mejorar la calidad de vida, pero su uso responsable requiere educación financiera y un manejo adecuado. EMPOWER busca democratizar el acceso a las tarjetas de crédito, ofreciendo una opción inclusiva y responsable, diseñada específicamente para la población activa informal.

A través de un proceso de solicitud sencillo y transparente, evaluaremos el perfil de riesgo de cada solicitante y estableceremos límites de crédito personalizados y responsables. Además, brindaremos educación financiera continua para fomentar el uso responsable de la tarjeta y evitar el sobreendeudamiento.

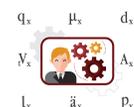
El Camino hacia la Consolidación como Fintech

La transformación de EMPOWER en una fintech integral será un proceso gradual y cuidadosamente planificado. A medida que consolidemos nuestra posición en el mercado de seguros y construyamos una base sólida de usuarios y aliados estratégicos, iremos incorporando nuevas funcionalidades y servicios financieros, siempre con un enfoque en la inclusión, la educación financiera y el empoderamiento económico.

Esta visión de futuro nos permitirá ampliar nuestro impacto social y contribuir de manera aún más significativa al desarrollo de México, brindando a la población activa informal las herramientas y el conocimiento necesarios para alcanzar sus metas financieras y construir un futuro más próspero y seguro.

REFERENCIAS

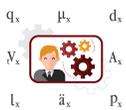
- Banerjee, A. V. y E. Duflo, 2011 *Poor Economics: A Radical Rethinking of the Way to Fight Global Poverty*. PublicAffairs, New York, NY.
- Carbone, M., 2021 *Insurtech: What You Need to Know About the Digital Transformation of the Insurance Industry*. Wiley, Hoboken, NJ.
- Chishti, S. y J. Barberis, editores, 2018 *The Insurtech Book: The Insurance Technology Handbook for Investors, Entrepreneurs and FinTech Visionaries*. Wiley, Hoboken, NJ.
- Churchill, C., 2006 *Microinsurance: A Guide to Understanding and Managing the Risks of the Poor in Developing Countries*. International Labour Organization, Geneva.
- Collier, P., 2007 *The Bottom Billion: Why the Poorest Countries Are Failing and What Can Be Done About It*. Oxford University Press, Oxford.
- Cárdenas, E., 2015 *Mexico's Economy: Current Prospects and History*. Oxford University Press, Oxford.
- de Soto, H., 1989 *The Other Path: The Invisible Revolution in the Third World*. Harper & Row, New York, NY.
- Dror, D. M. y C. Churchill, editores, 2014 *The Handbook of Microinsurance*. Springer, Heidelberg.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023a Balanza Comercial de Mercancías de México. Series Originales. Recuperado de [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023b Indicador Global de la Actividad Económica. Series Originales. Recuperado de [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023c Medición de la economía informal. Recuperado de [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023d Producto Interno Bruto Trimestral. Series Originales. Recuperado de: [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023e Remesas. Recuperado de [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023f Tasa de Desocupación. Series Desestacionalizadas. Recuperado de [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023g Índice Nacional de Precios al Consumidor. Series Originales. Recuperado de [aquí](#) el 28 de Noviembre de 2024.
- Levy, S., 2010 *Mexico: A Middle-Income Trap?*. Inter-American Development Bank, Washington, D.C.
- Light, D. y H. Terry, 2017 *The Future of Insurance: From Disruption to Evolution*. Amazon Digital Services, Seattle, WA.
- Márquez Colín, G., editor, 2012 *The Oxford handbook of the Mexican Economy*. Oxford University Press, Oxford.
- Neuwirth, R., 2005 *Shadow Cities: A Billion Squatters, A New Urban World*. Routledge, London.
- Portes, A., M. Castells, y L. A. Benton, 1989 *The Informal Economy: Studies in Advanced and Less Developed Countries*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Rosengard, J., 2020 *Inclusive Finance: Banking the Unbanked*. Springer, Singapore.
- World Bank, 2023 *The Little Data Book on Financial Inclusion 2023*. World Bank Publications, Washington, D.C.





Iván David Vázquez Álvarez es un actuario egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tiene experiencia en desarrollo de productos y áreas actuariales dentro de nuestro sector asegurador. Ha ganado diversos premios de investigación, y actualmente es instructor de educación

continua en el Instituto Tecnológico de Monterrey. Además, es un intermediario de seguros en su propia compañía, Núcleo Life Seguros. Iván David es un participante habitual en los concursos del gremio. En esta ocasión, este artículo le valió la obtención del tercer lugar del premio nacional de actuaría.



PREMIO NACIONAL DE ACTUARÍA

3^{er} lugar • Categoría Investigación

Propuesta de una nueva medida para riesgos extremos: Promedios Ponderados al Percentil del VaR

Yael Aguilera Castillo



Propuesta de una nueva medida para riesgos extremos: Promedios Ponderados al Percentil del VaR

Yael Aguilera Castillo

RESUMEN Este trabajo propone una metodología innovadora para la medición del Valor en Riesgo (VaR) denominada Promedios Ponderados al Percentil del VaR (VaR WAP). La investigación aborda las limitaciones de los enfoques tradicionales, como el VaR histórico y estocástico, al introducir una medida de riesgo más robusta y suavizada. El VaR WAP considera la vecindad de los percentiles, ponderando los escenarios en función de su proximidad al percentil de interés, lo que reduce la sensibilidad a eventos extremos aislados y garantiza conclusiones más consistentes en diferentes periodos. La metodología es eficiente computacionalmente y adaptable a entornos económicos y financieros reales. Un ejemplo práctico dentro del marco de Solvencia II en un modelo de riesgo de mercado demuestra su aplicabilidad. Los resultados evidencian que el enfoque propuesto mejora la comparabilidad de las estimaciones del VaR entre periodos, ofreciendo una evaluación más confiable del riesgo para eventos financieros de alta severidad y baja probabilidad. Este artículo aporta contribuciones significativas a la gestión de riesgos financieros, proporcionando una solución práctica y adaptativa para el análisis y la gestión de riesgos extremos.

Palabras clave

VaR WAP, Medición del Riesgo, Vecindad del Percentil, Gestión de Riesgos, Riesgo Extremo



Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 13 de diciembre de 2024
Artículo formateado por Nikole Chantres Arrieta y José Luis Corona López, y comunicado por Martha Guadalupe Pichardo Rojas.
Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

En el complejo mundo de las finanzas, la gestión eficaz de la administración de riesgos es un elemento clave para la rentabilidad, el crecimiento y en general el sano desempeño de cualquier tipo de compañía. Para la medición de riesgos existen diferentes tipos de metodologías que buscan medir los impactos de eventos de alta severidad y de baja frecuencia; este tipo de fenómenos se pueden observar en la naturaleza (por ejemplo: terremotos, huracanes, pandemias, etc.), así como en fenómenos económicos-sociales (por ejemplo: crisis financieras, eventos geopolíticos, conflictos bélicos, etc.). En ambos casos, este tipo de eventos pueden llegar a resultar en afectaciones a la condición financiera de diferentes tipos de compañías y, las compañías de seguros no son la excepción. En este sentido, una adecuada administración de riesgos de una compañía de seguros debe de considerar por lo menos los siguientes riesgos: el riesgo de suscripción (o riesgo de seguros, el que implica un incremento no esperado en el valor de las reclamaciones y en consecuencia de los pasivos), el riesgo de mercado, el riesgo de crédito, riesgo de liquidez, el riesgo de descalce entre activos y pasivos; así como el riesgo operativo.

En la actualidad existen diferentes metodologías que ayudan a la medición de los diferentes tipos de riesgos, en este trabajo de investigación nos centraremos en proponer una adaptación o mejora a una medida estadística ya conocida, comúnmente aplicada en la gestión de riesgos financieros mismos que generalmente se miden cuantitativamente. En particular, me refiero al método de Valor en Riesgo (VaR, por sus siglas en inglés "Value at Risk"), esta medida de riesgo tiene diferentes enfoques, mismos que enfrentan diferentes desafíos, particularmente en la variabilidad que puede haber entre las variables de riesgos que se presentan en los escenarios extremos muy cercanos a un percentil determinado y su capacidad limitada de interpretación a los cambios locales en la distribución de pérdidas.

Este trabajo inicia la investigación y desarrollo de una metodología innovadora y de fácil aplicación que tendrá por nombre: "Promedio Ponderado al Percentil del VaR" (VaR WAP, por sus siglas en inglés "Weighted Average Percentile"). Esta propuesta pretende superar las limitaciones inherentes principalmente a los métodos tradicionales estocásticos, ofreciendo un enfoque más robusto y preciso para la medición del VaR. La metodología se basa en ponderar escenarios cercanos al percentil, utilizando la distancia entre cada escenario y el percentil mismo; y de esta manera tener una estimación del riesgo más

suavizada (dentro del mismo percentil) y comparable entre diferentes periodos. Lo anterior permite incluir en el análisis el estado de las variables de riesgo al tiempo t , es decir, incluir en las conclusiones cuales variables son las más sensibles en un análisis determinado, así como el valor mismo de estas variables.

En los siguientes secciones se presentará una breve revisión de la literatura sobre VaR, contextualizando la propuesta dentro de los marcos teóricos existentes. Se examinarán los métodos tradicionales, sus limitaciones y motivaciones para buscar alternativas más efectivas.

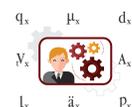
La metodología VaR WAP será presentada en la sección central de este trabajo, destacando su capacidad para reducir la variabilidad entre escenarios extremos "vecinos", adaptarse a los cambios locales y mejorar la precisión de la medición del VaR entre diferentes periodos.

La justificación de la metodología abordará las razones para seleccionar los 'Promedios Ponderados al Percentil del VaR', destacando su capacidad para mejorar la precisión, reducir la volatilidad entre escenarios extremos y, en este sentido, proporcionará una herramienta de gestión de riesgos más sólida. Es importante mencionar que la metodología propuesta será de utilidad para modelos complejos que impliquen un número considerable de variables, así como metodologías para la correlación de dichas variables; por ejemplo, modelos para el cálculo del Requerimiento de Capital de Solvencia de una compañía de seguros o posiblemente, en diferentes modelos de riesgo de mercado aplicados por el sector bancario.

En los siguientes apartados se detallará la aplicación de la metodología propuesta en un modelo de riesgo de mercado que cumple con los criterios de Solvencia II en México, evaluando su desempeño y comparándola con los métodos tradicionales, y se realizará un análisis crítico de los resultados, destacando las fortalezas y limitaciones de la propuesta.

En resumen, este trabajo representa una propuesta simple pero innovadora en la medición del VaR, con el objetivo no sólo de superar las limitaciones existentes sino también de proporcionar una herramienta para la gestión de riesgos más eficaz que permita conocer más detalles de los escenarios que corresponden al percentil de estudio, que a su vez permitirá tomar mejores decisiones en las compañías que estén expuestas a este tipo de riesgos.

¹Correo electrónico: yael.aguilera.castillo@gmail.com



2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En esta sección se exponen los motivos principales de la investigación, se delimita claramente el problema de estudio, el objetivo, la hipótesis y se expone la metodología utilizada en este estudio.

Justificación.

La justificación de este artículo radica en la necesidad de avanzar en la medición del Valor en Riesgo (VaR) superar las limitaciones de los enfoques tradicionales, como el VaR Histórico y el VaR Estocástico; así como abordar la variabilidad percibida en los resultados de diferentes períodos, particularmente de VaR Estocástico, proporcionando una metodología que no sólo mejore la consistencia de las conclusiones en diferentes períodos de tiempo, sino que también conserve la integridad y confiabilidad del modelo de VaR que se esté utilizando. A continuación, se detallan las principales razones que de alguna manera sustentan la relevancia de esta investigación.

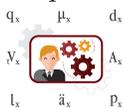
Limitaciones de los Enfoques Tradicionales.

Tanto el VaR Histórico como el VaR Estocástico, aplicados a modelos de medición de riesgos financieros, han demostrado ser sensibles a eventos extremos aislados que pueden distorsionar la estimación del riesgo y pueden llevar a conclusiones equivocadas (sobre todo en fenómenos con una distribución de cola larga o cola pesada). Ya que, generalmente, la adaptabilidad de estos enfoques a cambios en eventos particulares (o cambios locales) en la distribución de pérdidas es limitada, lo que puede resultar en estimaciones y conclusiones imprecisas en entornos financieros dinámicos, por ejemplo, en entornos económicos con cambios importantes en las curvas de interés o de tipos de cambio en períodos cortos de tiempo (por ejemplo, de un día a otro o de un mes a otro).

Sin dejar de lado que, en el caso del VaR Estocástico, aunque aborda algunas de las limitaciones, a menudo implica una complejidad computacional significativa y depende de suposiciones específicas sobre las distribuciones y las correlaciones utilizadas para las simulaciones. Por lo que, al momento de tener la necesidad de buscar alguna explicación a un cambio específico se vuelve complejo el desagregar los resultados.

Promedios Ponderados al Percentil del VaR o “VaR WAP”.

La metodología propuesta sobre Promedios Ponderados al Percentil del VaR (o VaR WAP) introduce un enfoque adaptativo y suavizado al VaR, considerando



la vecindad del percentil (es decir, los escenarios que se encuentran muy cercanos al percentil en particular) y ponderando estos escenarios de acuerdo con la cercanía al percentil en cuestión. Esto permite una mejor adaptación a cambios locales y reduce la sensibilidad a eventos extremos aislados.

Esta ponderación de escenarios basada en las k distancias respecto de cada escenario al Percentil p proporciona una medida más robusta y precisa del riesgo, mitigando alguna de las limitaciones observadas en los enfoques tradicionales, sobre todo, al momento de buscar variaciones en los resultados de diferentes períodos, que no resulta ser nada trivial. Además, esta propuesta de metodología se concibe para ser eficiente computacionalmente, debido a su fácil implementación, lo que la hace práctica y aplicable en entornos económicos y financieros de la vida real.

Contribuciones Potenciales.

La investigación propuesta puede contribuir significativamente al campo de la gestión integral de riesgos, proporcionando una herramienta más efectiva y adaptativa para la identificación de vulnerabilidades, de las variables de riesgo más importantes para cada compañía (como pudieran ser variables del entorno económico o de suscripción de seguros), y en ese sentido busca brindar una herramienta que ayude a una mejor toma de decisiones de la alta dirección de las compañías. Es importante resaltar, que la metodología propuesta podría tener aplicaciones prácticas inmediatas en instituciones financieras, aseguradoras, fondos de inversión y otras entidades que buscan mejorar la precisión y la interpretación de los riesgos modelados a través de un modelo de VaR. Es importante resaltar que esta metodología será de mayor provecho para los modelos que cuenten con un gran número de variables, de distribuciones estadísticas y que empleen metodologías para correlacionar estas mismas variables (cómo lo son las cópulas). De lo contrario, el beneficio que puede otorgar esta metodología únicamente será de valor marginal respecto a las metodologías tradicionales.

Relevancia para la Toma de Decisiones.

La precisión en la medición del VaR y la identificación de las variables de riesgo que tienen mayor sensibilidad en un modelo determinado, es crucial para la toma de decisiones estratégicas incluyendo una adecuada gestión del Portafolio de Inversiones de las compañías. Una metodología que permita obtener más información sobre el

estado de las variables de riesgo en el tiempo t y en el percentil p debería influir directamente en la Política de Inversión y en la Política de Suscripción de las compañías de seguros, resultando en una adecuada Política de Gestión de Activos y Pasivos (considerando por lo menos moneda, duración y naturaleza de los pasivos). Y no está demás agregar, que estas políticas deberían de estar relacionados directa o indirectamente con la Política Integral de Riesgos. Sin dejar de lado, que si una compañía cuenta con una buena gestión de riesgos financieros (incluyendo el riesgo de descalce) contribuye a la mitigación de riesgos sistémicos, lo que puede tener implicaciones positivas en la estabilidad y la salud general de los mercados financieros.

En resumen, la justificación de este artículo se basa en la necesidad de innovar en la medición del VaR, superando las limitaciones existentes en modelos tradicionales y proporcionando a los administradores de riesgos una herramienta más robusta y adaptativa para la administración integral de riesgos en un entorno cambiante, complejo y altamente regulado.

Planteamiento del Problema.

La medición del VaR estocástico surgió como una herramienta esencial para evaluar y cuantificar la exposición a posibles pérdidas económicas. Sin embargo, un problema que enfrentan los administradores de riesgos al momento de realizar las conclusiones de los análisis, es la variabilidad significativa que pudiera haber entre el estado final al tiempo $t = 1$ al percentil p (respecto al tiempo $t = 0$) de los escenarios vecinos a ese percentil p en los que se obtiene un monto VaR bastante parecido (pero a pesar de la cercanía, las variables de riesgo pueden contar con condiciones muy diferentes... por ejemplo, pensemos en escenarios de tasas de interés que sean muy distintas entre ellas, pero que al mismo tiempo el resultado del VaR sea muy parecido), y el problema se acentúa si se realiza la comparación del mismo análisis en periodos de tiempo cercanos pero distintos (dependiendo del modelo, podría ser un día o un mes respecto al siguiente).

Profundizando en el problema, las conclusiones obtenidas de un análisis de VaR estocástico (valuado en dos momentos diferentes) pueden experimentar variaciones importantes incluso cuando se realizan en fechas muy próximas entre sí (y la cartera de activos y/o pasivos no presenten cambios de composición importantes). Esta variabilidad puede generar inquietudes sobre la integridad del modelo o los datos utilizados. La raíz del problema se encuentra en la revisión aislada de escenarios particula-

res entre las n simulaciones, donde las condiciones de las variables pueden diferir significativamente entre vecinos cercanos, a pesar de tener valores de VaR similares.

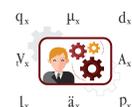
Para contextualizar la problemática se expone el siguiente ejemplo de una manera simplificada: Imaginemos que contamos con un modelo de Requerimiento de Capital de Solvencia (RCS) de una aseguradora que ofrece productos de vida largo plazo y nos encontramos analizando el escenario del percentil 99.5 % de VaR; además, supongamos que este modelo únicamente modela dos riesgos: el riesgo de mercado (mediante la generación de n escenarios estocásticos de curvas de tasas de interés) y por otro lado modela el riesgo de mortalidad (mediante n escenarios estocásticos de cambios en las tasas de mortalidad). Para realizar el cálculo se requiere la información a detalle del portafolio de inversión y la información de la cartera de las pólizas de seguro de vida.

Considerando lo anterior y continuando con el ejemplo, se realiza el cálculo del RCS considerando la información a una fecha de cierre determinada. Después de revisar los resultados del escenario correspondiente al percentil 99.5 % se observa que el RCS es sensible a escenarios de alta siniestralidad (esto es, al incremento en la mortalidad de los asegurados).

Al repetir el mismo análisis un mes después, encontramos que el RCS no ha cambiado de manera significativa pero las conclusiones varían notablemente, ya que en esta ocasión al revisar las variables en el escenario correspondiente al percentil 99.5 % se observa que RCS es sensible a escenarios de tasas de interés altas, esto a pesar de que la cartera de activos y pasivos no ha cambiado significativamente respecto al mes anterior.

Esta situación puede generar dudas y cuestionamientos sobre la estabilidad del modelo o la calidad de los datos. Sin embargo, la naturaleza particular de las condiciones de las variables de riesgo (tasas de interés y tasas de mortalidad) en escenarios cercanos al percentil pueden llegar a variar significativamente y esto puede afectar la comparabilidad de los resultados.

Considerando la problemática planteada y el ejemplo expuesto, es claro que la variabilidad en las conclusiones entre periodos cercanos resalta la necesidad de suavizar los resultados vecinos al percentil mediante el análisis de VaR WAP. La suavización se convierte en un elemento esencial para preservar la coherencia y comparabilidad de las condiciones de las variables y en consecuencia las conclusiones a lo largo del tiempo, permitiendo una evaluación más precisa y confiable del riesgo que se esté analizando.



Objetivos e Hipótesis.

Con base en la revisión de literatura relacionada con el tema, la identificación de limitaciones en los enfoques tradicionales de VaR y la propuesta de Promedios Ponderados al Percentil o “VaR WAP” como una metodología innovadora, se formulan las siguientes hipótesis de investigación.

- **Hipótesis Nula (H_0):** No hay diferencia significativa en la adaptabilidad y consistencia sistemática entre los modelos de VaR Estocástico y la metodología VaR WAP en la medición del Valor en Riesgo.
- **Hipótesis Alternativa (H_1):** La metodología de VaR WAP supera significativamente al modelo de VaR Estocástico en términos de adaptabilidad y consistencia sistemática en la estimación del Valor en Riesgo.

Esta investigación parte de la premisa de que la propuesta metodológica tiene el potencial de mejorar la medición del VaR al abordar las limitaciones observadas en el VaR Estocástico e incluso en el VaR histórico. Se espera que la ponderación de escenarios cercanos al percentil, basada en distancias respecto al percentil p , aporte una mayor precisión y adaptabilidad a cambios locales en la distribución de pérdidas, mejorando así la identificación de las variables de riesgo más sensibles para el fenómeno modelado en comparación con los enfoques de cálculo de VaR tradicionales. Para poner a prueba estas hipótesis, se llevará a cabo una evaluación comparativa en la sección 6, utilizando algunas métricas para medir la precisión de ambos enfoques en escenarios simulados prácticos. Los resultados obtenidos proporcionarán evidencia para respaldar o rechazar las hipótesis planteadas.

Metodología.

Para abordar el objetivo de esta investigación, se adoptará una metodología que combine elementos deductivos e inductivos, aprovechando las fortalezas de estos enfoques para obtener una mejor comprensión y rigurosa del problema planteado. El enfoque deductivo se utilizará como punto de partida para desarrollar un marco teórico sólido y se fundamentará conceptualmente la propuesta de Promedios Ponderados al Percentil del VaR o “VaR WAP”. Este enfoque implica partir de teorías existentes mediante revisión de enfoques tradicionales de VaR para establecer una base conceptual sólida. Se identificarán oportunidades o limitaciones en los modelos más conocidos que justifiquen la necesidad de una metodología innovadora, como Promedios Ponderados al Percentil del VaR o “VaR WAP”.



Por otro lado, la metodología inductiva se utilizará para desarrollar y evaluar empíricamente la propuesta de VaR WAP. Este enfoque implica partir de datos concretos y observaciones para derivar conclusiones y patrones que respalden la utilidad y eficacia de la metodología propuesta. En este sentido, se construirán datos simulados partiendo de un modelo estocástico tradicional, para después aplicar la metodología propuesta y compararla con el enfoque tradicional. Por último, se desarrollarán los algoritmos necesarios para implementar la metodología de VaR WAP, esto incluirá la programación de algoritmos en MATLAB; que serán de fácil aplicación en otros softwares. Se aplicará la metodología propuesta utilizando los datos calculados y se calcularán los montos de VaR correspondientes, evaluando la capacidad de la metodología para adaptarse a cambios locales en la distribución de pérdidas. Se comparará la metodología de VaR WAP con los enfoques tradicionales, particularmente con el VaR estocástico, evaluando la diferencia que pueda existir entre ambas métricas en relación con las ventajas que ofrece esta propuesta de metodología.

Ambos enfoques, deductivo e inductivo, se integrarán para proporcionar una evaluación completa de esta propuesta metodológica. La información derivada del enfoque deductivo se utilizará para fundamentar teóricamente la metodología, mientras que el enfoque inductivo aportará evidencia empírica sobre su aplicabilidad y eficacia en la práctica. Esta integración busca ofrecer una perspectiva holística y rigurosa sobre la innovación propuesta en la medición de esta medida de riesgo VaR.

3. MARCO REGULATORIO.

El objetivo de esta sección es dar un breve contexto sobre el marco regulatorio de riesgos en México. Ya que este marco influye directamente con el desarrollo de este trabajo de investigación. Además, de que las aplicaciones de esta metodología pueden ser de uso inmediato al modelo de Requerimiento de Capital de Solvencia desarrollado por el regulador Mexicano, la Comisión Nacional de Seguros y Finanzas (CNSF).

Antecedentes de Solvencia II.

Para entender el origen de Solvencia II y su razón de ser, hay que remontarse al sector bancario. Particular-

mente, el Comité de Basilea ³, que propone un sistema bancario con suficientes provisiones de capital que permitan soportar los movimientos del clima económico, mismo que es más sólido y sensible al riesgo de lo que fue Basilea I. Los elementos de este acuerdo se ordenan en tres pilares que, desglosados y adaptados a Solvencia II, son:

- **Pilar I:** Cuantitativo. Ponderaciones de riesgo asignadas a los diferentes tipos de riesgos, incluye riesgos operacionales. El objetivo es determinar el “Balance Económico” enfocado al Riesgo y valorado a Mercado.
- **Pilar II:** Cualitativo. Supervisión corriente por parte de los organismos reguladores.
- **Pilar III:** Disciplina del mercado mediante una mayor transparencia y una tendencia a la contabilidad internacional.

La razón de ser de las compañías aseguradoras se resume, básicamente, como el pago de un determinado importe por parte del asegurado (denominado “prima”), a una determinada entidad (denominada “compañía aseguradora”); con el objetivo de “transferir” un determinado riesgo medido y cuantificado. La compañía aseguradora, a cambio, toma el riesgo en cuestión, asumiendo su cobertura y, en consecuencia, el asegurado queda libre de ese riesgo. Una estrategia que utilizan las compañías aseguradoras, para no concentrar riesgos, es transferir el riesgo a otras compañías de seguros (por medio del coaseguro), a compañías reaseguradoras (conocidas como el seguro del seguro) y al asegurado (también por medio del cobro de un deducible). Romera (2011) plantea lo siguiente:

“Poniendo el foco en la aseguradora, a fin de poder hacer frente a las previsible contingencias, posee dos recursos y una serie de riesgos sobre los mismos: Un primer recurso proveniente de los asegurados es la prima eficientemente recaudada que lleva asociado el consecuente ‘Riesgo Técnico’ de que ésta prima sea suficiente y sea capaz de rivalizar con la competencia para que resulte atractiva para el cliente. Este recurso se ve incrementado por la correspondiente Rentabilidad Financiera que se obtenga de la inversión de la prima hasta que se produzca el posible siniestro, encontrando a su vez, riesgo sobre los activos en que se invierte, como pueden ser las fluctuaciones de los precios, Riesgo de Mercado, y la Calidad

³ El Comité de Basilea fue creado por un grupo de bancos y autoridades pertenecientes a los países del G-10, con el objetivo de crear un estándar internacional que sirva de referencia a los reguladores financieros, con el fin de establecer los requerimientos de capital necesarios, para asegurar la protección de las entidades frente a los riesgos financieros y operativos.

Crediticia del lugar donde se decida invertir. Un segundo recurso, proveniente de los accionistas, es el Capital Social Mínimo que debe poseer una entidad aseguradora (Margen de Solvencia), con el objeto de evitar fluctuaciones desfavorables de la siniestralidad, respondiendo ante dichas variaciones con el citado capital. El referido Margen de Solvencia se determina en la actualidad, en función del volumen de primas o siniestros en determinados ramos, en función del volumen de Reservas Matemáticas o Capitales en Riesgo.”

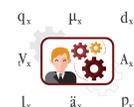
Asimismo, es importante destacar una de las principales diferencias entre Solvencia I y Solvencia II, es que, en lugar de emplear el “valor en libros” o el “valor contable” de los activos y los pasivos, ahora se considera el valor de mercado de los mismos (a una fecha determinada) por lo que el Capital Contable de una compañía ahora se considera como un Capital Económico. También, es importante considerar que Solvencia II surge en Europa y se adaptó a México con ciertas consideraciones del mercado Mexicano, por ello es importante recapitular brevemente las principales diferencias de Solvencia II en Europa y en México.

Solvencia II en Europa.

El proyecto de revisión del régimen de suficiencia de capital para la industria europea se engloba en el concepto de Solvencia II, publicada en noviembre de 2009, dicho régimen tiene como propósito establecer un conjunto de requerimientos de capital y estándares de administración de riesgos que buscan reducir la probabilidad de insolvencia de aseguradoras y reaseguradoras en Europa. Solvencia II surge para reemplazar los requerimientos de Solvencia I con un régimen integral de solvencia con base en los siguientes puntos:

- Requerimientos cuantitativos más precisos.
- Existencia de un gobierno corporativo, o bien, más sólido.
- Mejor administración de riesgos.
- Revisión más detallada por parte del supervisor.
- Revelación y mayor transparencia de información.

De manera general Solvencia II está soportado por tres pilares (Solvencia, Revisión-Control y Revelación de información) y de manera transversal estos tres pilares son atravesados por lo menos por 5 tipos de riesgos que básicamente son: Riesgos Técnicos, de Mercado, de Crédito, de Liquidez y Operativos. En la siguiente figura 1 se muestra gráficamente lo anterior:



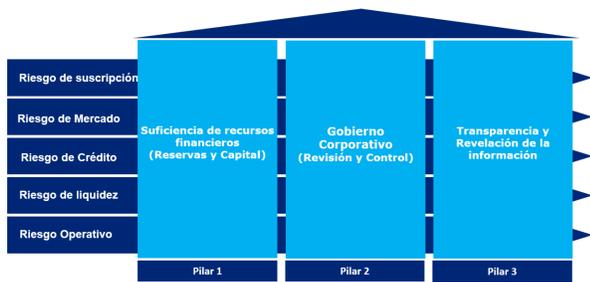


Figura 1 Elaboración propia.

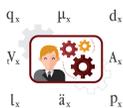
Las instituciones de seguros se encuentran expuestas por lo menos a estos riesgos, a continuación, se describen brevemente:

Riesgos Técnicos Los riesgos técnicos son los que se derivan de la propia actividad del negocio de seguros y nacen directamente de las pólizas suscritas. Entre éstos se puede encontrar el riesgo de incurrir en pérdidas como consecuencia de una inadecuada suscripción o selección de riesgo, una insuficiencia de prima con respecto a la siniestralidad, un aumento en la frecuencia o en la severidad de los siniestros o incluso alguna insuficiencia en las reservas constituidas para las obligaciones futuras.

Riesgos de Mercado El riesgo de mercado es consecuencia del nivel/volatilidad de los precios del mercado activo. Engloba la exposición a movimientos en precios de acciones, tipos de interés, tipos de cambio, también engloba el riesgo de reinversión, el riesgo de concentración en activos de un mismo sector, tipología o zona geográfica y finalmente el riesgo de que los activos y pasivos se muevan en sentidos opuestos o bien en el mismo sentido, pero con diferente magnitud, ante cambios en el precio de activos, movimientos en las tasas de interés, cambios en la inflación, tipos de cambio, etc. (este riesgo es conocido como riesgo de gestión de activos y pasivos).

Riesgos de crédito El riesgo de crédito está relacionado con la calidad crediticia del activo y se define como riesgo de fallo o cambio en la calidad crediticia de emisores de valores, contrapartes (contratos de reaseguro, derivados o depósitos) y todo tipo de intermediarios con los que la compañía tiene relaciones financieras y, por lo tanto, expuesto a este riesgo. En esta categoría se incluyen entre otros los siguientes tipos de riesgo:

- Riesgo de impago de cupones (pago de intereses) futuros o de cambios adversos en la calidad crediticia



del emisor activo.

- **Riesgo de Contraparte:** Se puede entender como el riesgo de que un reasegurador no sea capaz de responder ante sus compromisos establecidos en un contrato de reaseguro.

Riesgos de Liquidez Es el riesgo de incurrir en pérdidas por no tener activos líquidos suficientes para hacer frente a los pagos. Por ejemplo, realización de minusvalías de activos para obtener liquidez, incapacidad de encontrar financiación suficiente a un costo razonable, etc.

Riesgos Operativos No están directamente relacionados ni con el negocio de seguros ni con los activos. Sin embargo, es el inherente a la operación de una compañía, este riesgo se desprende en situaciones tales como errores humanos, diferentes tipos de fraude, fallo en sistemas informáticos, ataques cibernéticos, riesgo de contratación de terceros, etc. La mayoría de los riesgos operacionales más frecuentes, se pueden mitigar con el correcto funcionamiento de los sistemas de control interno y sistemas de calidad rigurosos, así como la aplicación de manuales de funcionamiento apropiados, por lo que el principal centro de atención en la gestión de riesgos operacionales se debería de centrar en los riesgos que tienen baja frecuencia, pero cuyo impacto económico puede ser significativo (alta severidad). Existen diferentes tipos de riesgos operativos, únicamente como ejemplo se comparten los siguientes:

- El riesgo de que la compañía no sea capaz de encontrar y mantener personal suficientemente calificado.
- El riesgo de que los sistemas informáticos fallen y no sea posible conseguir el funcionamiento normal de la compañía.
- El riesgo de que la compañía sea incapaz de implementar planes de contingencia apropiados.

Solvencia II en México.

Solvencia II llega a México tomando como referencia la regulación europea. Sin embargo, la regulación Mexicana terminó siendo un poco más extensa y detallada, ya que en Europa se rigen por una serie de principios que establecen los lineamientos que una compañía de seguros debe de seguir para estar en cumplimiento y en México la ley secundaria de seguros⁴ es bastante clara y específica en lo que se tiene que medir, quién lo tiene que medir,

⁴ La ley secundaria de seguros en México está establecida en la Circular Única de Seguros y Fianzas (CUSF). Vea [Comisión Nacional de Seguros y Fianzas \(2015\)](#).

cómo se tiene que medir y con qué periodicidad. Lo que para algunas compañías de seguros, se tradujo como un alto costo; por lo anterior, en un principio las áreas de riesgos fueron vistas más como una carga regulatoria en lugar de un referente para la toma de decisiones basadas en análisis de riesgos. Sin embargo, poco a poco las áreas de riesgos se han ido posicionando cada vez mejor dentro de las compañías, sobre todo en un ambiente tan dinámico que se ha vivido en los últimos años (como la pandemia, cambios a esquemas de trabajo remoto, periodos de alta volatilidad en los mercados, etc.).

En el caso de México, las regulaciones son elaboradas por CNSF y en el caso de las aseguradoras uno de los mayores impactos bajo el marco regulatorio de Solvencia II se manifestó en los cambios que presentó la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas (LISF) que se publicó el día 4 de abril de 2013 (vea [Presidencia de la República \(2013\)](#)), así como la CUSF del 19 de diciembre de 2014. Sin embargo, es importante mencionar que este nuevo esquema entró en vigor a partir del 1 de diciembre del 2016.

Sin duda, uno de los cambios que tuvo consecuencias de gran impacto en el sector asegurador, fue el cambio de tener que reportar un balance contable (activos y pasivos a valor en libros) a tener que reportar un balance económico (activos y pasivos a valor de mercado). Ya que además de la complejidad que conlleva lo anterior, en el balance económico se incorporan conceptos adicionales en los pasivos y en los activos.

Normalmente el balance general contable de una compañía de seguros estaba compuesto por tres grandes componentes: activo, pasivo y capital en donde la suma del capital y pasivo es igual al activo de la compañía, analógicamente el esquema del balance contable se vería como en la Figura 2.

A diferencia de un balance contable, en un balance económico contempla el concepto de Fondos Propios Admisibles y de manera indirecta, se integra el Requerimiento de Capital de Solvencia ("RCS"), y este es una cifra que mide el capital en riesgo con el que cuenta una compañía determinada por modelos estocásticos (ya sea mediante el uso del modelo estándar o el uso de un modelo interno). El balance económico, se presenta gráficamente en la Figura 3.



Figura 2 Balance Contable.

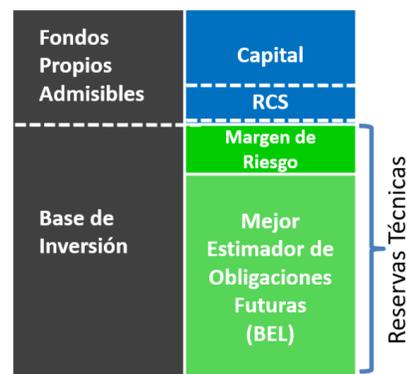
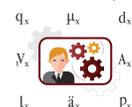


Figura 3 Balance Económico.

En el caso del lado izquierdo del balance económico se encuentran los activos de la compañía. Los activos más importantes con lo que cuenta una compañía de seguros es la base de inversión. La base de inversión básicamente se compone por el portafolio de inversiones y algunos deudores muy específicos que permite la normatividad utilizar para la cobertura de las reservas técnicas de las compañías, puntualmente son deudores relacionados con reaseguradores y deudores de corto plazo (menor a 30 días) relacionados con asegurados de la compañía de seguros.

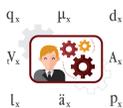
Otro activo muy importante son los denominados como Fondos Propios Admisibles (FPA), estos fondos son activos de alta calidad con los que la regulación permite cubrir el Requerimiento de Capital de Solvencia (RCS) de la compañía. Si los FPA llegan a ser menores al RCS, la



compañía entraría en insolvencia y habría una intervención por parte del regulador debido a que una compañía no puede operar en esta situación. Además, de que la compañía tiene que remediar esta situación mediante la inyección de capital por parte de los accionistas deberá afrontar multas millonarias impuestas por el Regulador. Un punto importante a resaltar es que, normalmente, el mayor componente de los FPA es el sobrante de cobertura de la base de inversión.

En el caso del lado derecho del balance, se encuentran los pasivos de la compañía. El principal pasivo de una compañía de seguros son las reservas técnicas, estas reservas se utilizan para afrontar las obligaciones derivadas del riesgo de suscripción de seguros. En la regulación bajo el esquema de Solvencia II las reservas técnicas se calculan y se entienden como la media de pérdida (también conocida como Mejor Estimador de Obligaciones o BEL, por sus siglas en inglés). Como es de esperarse, este elemento también tiene otra forma de cálculo bajo el esquema de solvencia II. En otras palabras, para calcular la reserva se utiliza el valor esperado (la media) de siniestros futuros por lo que se incorpora la necesidad de implementar un modelo con algún tipo de simulación estocástica, para así obtener diferentes escenarios y poder calcular un valor esperado. Es importante mencionar que en el caso de las metodologías para el cálculo de reservas las compañías deben de contar con un modelo interno y someterlo a aprobación de la CNSF. En el caso de que, por alguna razón, la compañía de seguros no cuente con una metodología de este tipo, el regulador publicó en la CUSF el método estatutario que cumple con los supuestos que se requieren para calcular el BEL. Si se requiere más detalle del tipo de reservas que deben de constituir las compañías de seguros, puede consultar la fracción II del artículo 27 de la LISF.

En adición al cálculo de las reservas, se incorpora un concepto llamado "Margen de Riesgo" que no es más que un monto que junto con el BEL, asegura que una compañía de seguros pueda cumplir con sus obligaciones. Este concepto, toma como base de cálculo (básicamente) las duraciones de las reservas técnicas y el 10 % del RCS. El Margen de Riesgo representa el costo de garantizar que el capital requerido para mantener las obligaciones de seguros para los años subsecuentes estará disponible. El Margen de Riesgo se define como el costo de Oportunidad de Capital, y el modo de cálculo es una fórmula plana que requiere para su cálculo la base de capital y el monto de valor estimado de las desviaciones de las reservas. Si se requiere más detalle al respecto se puede consultar la sexta sección de la CUSF.



Por último, bajo el esquema de Solvencia II uno de los cálculos más sofisticados es el cálculo del RCS, por lo que, la gran mayoría del mercado de seguros Mexicano ha optado por realizar el cálculo con la fórmula estándar, misma que fue desarrollada por el regulador. Este cálculo es complejo debido a que se tiene que proyectar un año el balance económico bajo escenarios de estrés (al percentil 99.5 %), esto se refiere a que se tienen que proyectar tanto las obligaciones (la más importante son las reservas), cómo los activos de la compañía (el más importante es el portafolio de inversiones). En este esquema, la regulación estableció que el cálculo del RCS se considera como el VaR a un nivel de confianza del 99.5 % a un año, para este RCS se debe de contar con el FPA suficiente para cubrir el RCS. En otras palabras, el FPA debe de ser siempre mayor al RCS de lo contrario la compañía estará en una situación de insolvencia.

Para el cálculo del RCS se podrá contar con dos métodos de cálculo, el primero es mediante fórmula general a la que se refiere el artículo 236 de esta LISF, o bien, mediante el uso de un modelo interno, en términos de lo establecido en el artículo 237 de la misma ley. En el mismo sentido, el artículo 235 de la LISF expone las consideraciones que se tomaron al desarrollar la fórmula general, las cuales con las siguientes.

- Continuidad de la actividad de suscripción de riesgos de seguros en vigor.
- Considerar todos los riesgos analizados en el horizonte de tiempo que corresponda a la naturaleza y características de dichos riesgos.
- Las pérdidas imprevistas con un nivel de confianza del 99.5 % y a un horizonte de un año (con excepción a los seguros que por su naturaleza implique un periodo más grande).

Por otro lado, es importante conocer los diferentes riesgos técnicos que cubre, como mínimo el RCS, los cuales se presentan en la Figura 4.

Considerando la figura anterior, no se entrará más a detalle en la definición de cada uno de estos riesgos debido a que, en su mayoría, las definiciones serán bastante similares a las expuestas en "Solvencia II en Europa".

4. VALOR EN RIESGO

El Valor en Riesgo (VaR, por sus siglas en inglés) es un indicador básico en la gestión del riesgo, principalmente cuando se trata de modelos de riesgo cuantitativos. El VaR es una medida estadística que cuantifica la pérdida máxima probable durante un período de tiempo

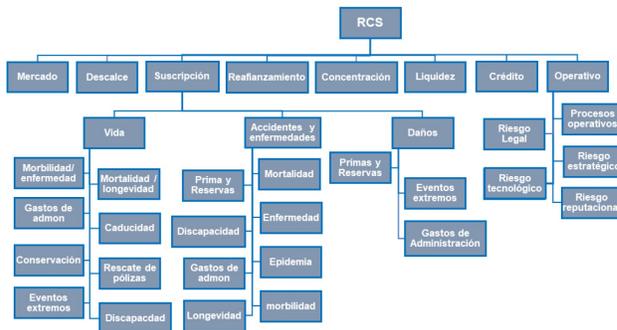


Figura 4 Riesgos técnicos cubiertos por el RCS. Elaboración propia.

específico y con un nivel de confianza dado. En otras palabras, representa el valor mínimo esperado que se espera que no se supere con una probabilidad determinada (vea Jorion (2007)). En otras palabras, el VaR cuantifica el riesgo estimando la cantidad de pérdida que un evento podría sufrir en condiciones extremas durante un tiempo determinado, con un cierto nivel de confianza.

El VaR se expresa comúnmente como un valor monetario y puede ajustarse a varias escalas de tiempo, desde días hasta años, dependiendo de las necesidades específicas del giro o del apetito de riesgo de una compañía. Este enfoque permite evaluar la pérdida derivada de diferentes fuentes de volatilidad que pudieran incluir fluctuaciones adversas en los mercados financieros, incrementos no esperados de los pasivos, algún evento natural catastrófico (por ejemplo: terremotos y pandemias), etc.; lo que permite conocer las pérdidas a las que una compañía se pudiera llegar a enfrentar, y sobre todo, permite contrastar estas pérdidas con el plan de negocio de la compañía y en este sentido debería de ayudar a tomar decisiones informadas impulsando, indirectamente, una gestión de la compañía con un enfoque a la evaluación de riesgos.

En este sentido, la gestión eficaz del riesgo es un pilar fundamental de cualquier entidad en la que su gestión es con base a los riesgos y el VaR proporciona una medida cuantitativa, relativamente clara, de la exposición al riesgo; lo que permite a administradores de riesgos comprender la magnitud de las pérdidas potenciales durante un período de tiempo determinado (y con un determinado nivel de confianza). Es necesario resaltar que, si bien el VaR es una herramienta valiosa y comúnmente utilizada, tiene algunos inconvenientes y limitaciones. Dependiendo de la complejidad del modelo, puede que los valores extremos (particularmente los cercanos al VaR), sean re-

sultado de estados de las variables de riesgo (tal como curvas de tasas de interés o tasas de mortalidad proyectadas) muy diferentes; lo que provoca que, al comparar escenarios con montos de VaR parecidos, haga difícil identificar que variables de riesgo (en promedio) generan la pérdida en un percentil determinado. Estos aspectos, aunque en apariencia triviales, hacen que la interpretación de los resultados, así como las conclusiones más importantes de este tipo de ejercicios sean muy complejas de identificar. Por lo anterior, se explorará un nuevo enfoque en este trabajo: Promedios Ponderados al Percentil del VaR o “VaR WAP”.

Como se ha comentado durante esta sección, el VaR es una medida esencial en la gestión de riesgos, y existen diferentes enfoques para su cálculo. Por lo que resulta muy importante identificar las diferencias entre un VaR histórico y un VaR estocástico. En los siguientes apartados se presenta a manera general las características de estas metodologías.

Valor en Riesgo Histórico.

El Valor en Riesgo Histórico (VaR Histórico) es uno de los enfoques más tradicionales y ampliamente utilizados en la medición cuantitativa del riesgo, principalmente de los riesgos financieros. Este método se basa en la observación directa del comportamiento pasado de las variables a modelar (por ejemplo, activos financieros, tasas de interés, tipos de cambio, etc.), con el objetivo de proporcionar una estimación de la pérdida máxima esperada. Aunque ha sido una herramienta valiosa en la gestión de riesgos, el VaR Histórico no está exento de limitaciones, las cuales se explorarán en esta sección.

Fundamentos del VaR Histórico.

El VaR Histórico parte de la premisa de que los eventos futuros se distribuirán de manera similar a eventos pasados (principalmente en términos de media y de desviación estándar). En este enfoque, se utiliza una serie temporal de observaciones históricas para calcular el VaR a un nivel de confianza específico. La lógica del modelo parte de que, al observar cómo se han comportado la serie en el pasado, podemos anticipar su comportamiento futuro en términos de riesgo. Es por lo anterior, que es muy común utilizar este tipo de metodologías en la modelación de riesgos. A manera general, la metodología del VaR Histórico se desarrolla de la siguiente manera:

1. Selección del Periodo Histórico: Se elige un periodo de tiempo histórico relevante para la evaluación del



riesgo. La longitud de este periodo puede variar según la naturaleza de los datos a analizar.

2. Cálculo de Deltas o de Rendimientos: Se calcula el cambio entre un periodo y el periodo anterior, para cada periodo de la serie.
3. Ordenación de Rendimientos: Los rendimientos históricos se ordenan de menor a mayor.
4. Identificación del Percentil: Se selecciona el percentil correspondiente al nivel de confianza deseado (por ejemplo, el 99% para un VaR del 1%).
5. Cálculo del VaR: El VaR se determina como el rendimiento correspondiente al percentil seleccionado. Este valor representa la pérdida máxima esperada a ese nivel de confianza.

A pesar de su amplia y fácil aplicación, el VaR Histórico presenta algunas limitaciones importantes que pueden afectar su precisión y utilidad en entornos financieros dinámicos. Por ejemplo, puede ser sensible a eventos extremos (outliers) en el periodo histórico seleccionado, no se adapta a cambios en la distribución de rendimientos a lo largo del tiempo, no tiene en cuenta tendencias considerando los últimos datos de la serie y sobre todo el VaR Histórico no incorpora información sobre eventos futuros que pueden afectar el riesgo (es decir, asume que lo peor que pudo suceder, ya sucedió en el pasado).

Aunque el VaR Histórico ha sido una herramienta valiosa en la gestión de riesgos, sus limitaciones subrayan la necesidad de enfoques más sofisticados y adaptativos. Estas limitaciones motivan la investigación de alternativas, como la propuesta de Promedios Ponderados al Percentil del VaR o "VaR WAP", que busca abordar las deficiencias inherentes al enfoque histórico mediante la consideración de cambios locales en la distribución de pérdidas.

Implementación Práctica en MATLAB.

A continuación, se presenta una función en MATLAB que calcula el VaR Histórico. El código incluye comentarios explicativos para facilitar la comprensión:

```
function VaR_historico = calcularVaRHistorico(datos, nivel_confianza)
```

```
% Función que calcula el VaR Histórico de una serie de datos
```

```
% Parámetros:
```

```
% - datos: vector o matriz de datos financieros
```

```
q_x      mu_x      d_x
```

```
N_x       A_x
```

```
l_x      a_x      p_x
```

```
% - nivel_confianza: nivel de confianza deseado (por ejemplo, 0.05 para un 95%)
```

```
% Calcula los rendimientos
rendimientos = diff(datos) ./ datos(1:end-1);
```

```
% Calcula el VaR Histórico
VaR_historico = quantile(rendimientos, nivel_confianza);
```

```
% Muestra el resultado
fprintf('VaR Histórico al %.2f%% de confianza: %.4f\n', nivel_confianza*100, VaR_historico);
end
```

Valor en Riesgo Estocástico.

El Valor en Riesgo Estocástico (VaR Estocástico) representa una evolución significativa en la medición cuantitativa del riesgo financiero, alejándose de las limitaciones del enfoque histórico. En esta sección se desarrollará a manera general los fundamentos y metodologías del VaR Estocástico, explorando una de las metodologías más populares, la simulación de Montecarlo. A diferencia del VaR Histórico, el VaR Estocástico aborda la incertidumbre inherente a los cambios que pueda tener una serie determinada en el futuro mediante el uso de simulaciones estocásticas. En lugar de depender exclusivamente de datos históricos, el VaR Estocástico introduce la aleatoriedad y la simulación para modelar una gama más amplia de escenarios potenciales, aunque no necesariamente factibles.

Metodología de Simulación de Montecarlo para VaR Estocástico.

Una de las metodologías más utilizadas para el VaR Estocástico es la simulación de Montecarlo. Esta técnica implica generar múltiples escenarios posibles de rendimientos financieros mediante la aleatorización de variables clave. La fórmula básica para calcular el VaR Estocástico utilizando Montecarlo (vea [McNeil et al. \(2015\)](#)):

$$VaR = -\sqrt{\tau} \times \sigma \times Z,$$

donde τ es el horizonte de tiempo, σ es la volatilidad de los rendimientos, y Z es un número aleatorio distribuido normalmente con media cero y desviación estándar uno.

Esta fórmula ilustra la variabilidad inherente al VaR Estocástico, capturando la incertidumbre asociada con el riesgo, sin embargo, a pesar de su capacidad para establecer la incertidumbre, el VaR Estocástico no está exento

de áreas de oportunidad. La elección de la distribución de probabilidad, la suposición de que los rendimientos son estacionarios y la volatilidad que se podría llegar a generar en escenarios cercanos (sobre todo en modelos que analizan más de un riesgo) son desafíos que deben abordarse. Estas consideraciones subrayan la necesidad continua de explorar enfoques más sofisticados y dinámicos en la gestión de riesgos. El VaR Estocástico proporciona una visión más profunda con fundamentos teóricos, preparando el terreno para la evaluación comparativa con la propuesta de Promedios Ponderados al Percentil del VaR o “VaR WAP”.

Implementación Práctica en MATLAB.

A continuación, se presenta una función en MATLAB que calcula el VaR Estocástico mediante la simulación de Montecarlo. El código incluye comentarios explicativos:

```
function VaR_estocastico = calcularVaREstocastico(mu,
sigma, tau, num_simulaciones, confianza)
% Función que calcula el VaR Estocástico mediante la
simulación de Montecarlo
% Parámetros:
% - mu: rendimiento esperado
% - sigma: volatilidad de los rendimientos
% - tau: horizonte de tiempo
% - num_simulaciones: número de simulaciones a realizar
% - confianza: Nivel de confianza deseado
% Generación de escenarios aleatorios
escenarios = mu + sigma * randn(num_simulaciones, 1);
% Cálculo del VaR Estocástico
VaR_estocastico = -sqrt(tau) * sigma * quantile(escenarios,
confianza);
end
```

Este código utiliza la función `randn` de MATLAB para generar números aleatorios distribuidos normalmente, simula escenarios de rendimientos y calcula el VaR Estocástico con un nivel de confianza determinado.

Expected Shortfall.

En esta sección, se aborda el concepto del Expected Shortfall (ES) como una medida alternativa de riesgo. Se explora su fundamento teórico, se presenta un algoritmo para su cálculo y, posteriormente, se realizará una comparación con la metodología propuesta de Promedios Ponderados del VaR o “VaR WAP”.

El Expected Shortfall, también conocido como Conditional Value at Risk (CVaR), es una medida de riesgo que

va más allá del VaR al considerar no solo la pérdida en el percentil deseado, sino también la magnitud promedio de las pérdidas que superan ese umbral. Típicamente su expresión matemática, al utilizar datos discretos, es la siguiente (vea Hull (2021)):

$$ES_{\alpha} = \frac{1}{N(1-\alpha)} \sum_{i=1}^N \min(L_i, VaR_{\alpha}),$$

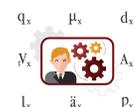
donde α es el nivel de confianza, ES_{α} es el Expected Shortfall al nivel de confianza α , N es el número total de simulaciones o periodos y $\min(L_i, VaR_{\alpha})$ indica que se consideran sólo las pérdidas que exceden el VaR calculado.

Este enfoque proporciona información adicional sobre las pérdidas potenciales, siendo particularmente útil en la gestión de riesgos extremos. Es importante resaltar que la lógica con la que se desarrolló este modelo es bastante similar al VaR WAP, ya que ambas metodologías obtienen como resultado un valor esperado dentro de un rango de percentiles de una variable de pérdida. La principal diferencia radica en que en el caso del Expected Shortfall se obtiene el valor esperado desde el percentil p hasta el valor máximo de la distribución, mientras que el VaR WAP obtiene el valor esperado del rango de la variable de pérdida que corresponde a la vecindad del percentil p .

Implementación Práctica en MATLAB.

El cálculo del Expected Shortfall se basa en el mismo principio que la metodología del VaR estocástico. Utilizando el vector de pérdidas obtenido de las simulaciones, el Expected Shortfall se puede calcular como el promedio de las pérdidas que superan el VaR correspondiente a un nivel de confianza específico. A continuación se presenta un código en MATLAB que realiza este cálculo:

```
function ES = calcularExpectedShortfall(p, perdidas)
% Función para calcular el Expected Shortfall
% - p: nivel de confianza (percentil)
% - perdidas: vector de pérdidas obtenido de las simula-
ciones
% Cálculo del VaR
VaR = quantile(perdidas, p);
% Filtrar pérdidas que superan el VaR
perdidas_superiores = perdidas(perdidas > VaR);
% Cálculo del Expected Shortfall
ES = mean(perdidas_superiores);
End
```



Este código parte de la metodología del VaR estocástico, identificando las pérdidas que superan el VaR y calculando el promedio ponderado de estas pérdidas.

5. METODOLOGÍA DE PROMEDIOS PONDERADOS AL PERCENTIL DEL VAR O “VAR WAP”

Esta sección proporciona una descripción detallada de los pasos y procesos empleados para llevar a cabo la propuesta de Promedios Ponderados al Percentil del VaR o “VaR WAP” en la medición del Valor en Riesgo (VaR). Es importante resaltar que en la sección siguiente se encuentra un ejemplo práctico de esta metodología en un modelo de riesgo de mercado que considera los principios de Solvencia II, en el marco regulatorio Mexicano.

Identificación de vecinos del percentil.

En un conjunto de n escenarios, es necesario reconocer que se cuenta con cierto número de escenarios muy cercanos al percentil analizado, que también están, estrictamente, dentro de ese percentil. Por ejemplo, considerando que se tiene un cálculo de VaR Estocástico al 99.5% de 100 mil simulaciones se tiene que el escenario de interés se encuentra exactamente en el escenario de posición 99,500; ahora bien, si consideramos el escenario que se encuentra en la posición 99,499 que corresponde exactamente al percentil 99.4499% (al redondearlo es 99.5%), y lo mismo sucede para los escenarios 99,451, 99,549 y con los 100 vecinos que se encuentran alrededor del percentil de interés (en este caso el 99.5%). Esta lógica no es trivial, ya que este argumento soporta la construcción de esta propuesta metodológica.

Una pregunta que puede surgir hasta este momento es el cómo determinar el número de vecinos para n simulaciones. Para generalizar este concepto, (1) determina el número de vecinos.

$$k = \text{redondear} \left(\frac{\text{Número de simulaciones}}{1,000} \right) + 1, \quad (1)$$

donde k es el número de vecinos. Esta fórmula se adapta automáticamente al tamaño del conjunto de datos y garantiza que se capturen adecuadamente los escenarios cercanos al percentil deseado. Se debe de considerar que por lo menos se deben realizar mil simulaciones y preferiblemente en múltiplos de diez mil. La aplicación de la identificación de vecinos cercanos en la propuesta de VaR WAP permite capturar la variabilidad inherente a los percentiles deseados, mejorando así la adaptabilidad del modelo a condiciones cambiantes en las variables



modeladas. Este enfoque asegura que se consideren adecuadamente los escenarios cercanos al percentil deseado, proporcionando una evaluación consistente del riesgo.

Ponderación de escenarios vecinos por distancia central al VaR.

Por otro lado, la esencia de la propuesta de VaR WAP reside en el cálculo de pesos ponderados considerando la distancia de cada uno de los vecinos respecto al escenario que corresponde al percentil p (el vecino central). Esta sección explora en detalle la lógica detrás de estos cálculos y presenta un enfoque práctico implementado en MATLAB.

Cálculo de Pesos Ponderados por distancia.

El cálculo de pesos ponderados es fundamental para asignar la importancia adecuada a cada vecino cercano al percentil deseado. La lógica radica en ponderar cada vecino en función de su distancia al percentil, asignando mayores pesos a los escenarios más cercanos. Para lo anterior, primero se calcula la distancia absoluta de cada vecino, al vecino central p , de acuerdo con (2)-(4)

$$k_{pct} = \frac{k + 1}{2}, \quad (2)$$

$$p = VaRs[k_{pct}], \quad (3)$$

$$d_i = \left| \frac{VaRs}{p} - 1 \right| \text{ para } i = 1, 2, \dots, k, \quad (4)$$

donde k_{pct} corresponde a la posición del vecino central, p es el valor del vecino central k_{pct} (que corresponde al percentil analizado), $VaRs_i$ es el valor en Riesgo (monto) de cada uno de i vecinos, y d_i es la distancia que tiene cada $VaRs_i$ respecto al vecino central p .

Una vez calculado la distancia d_i para cada $VaRs_i$ se calculará el peso que guarda cada una de esas distancias, respecto a la distancia total (desviación) que tienen todos los vecinos. Esta variable es muy importante, ya que estos pesos w_i se podrán aplicar a diferentes variables en diferentes momentos del cálculo obteniendo así información muy valiosa que no es común identificar fácilmente en modelos estocásticos. Esta ponderación se calcula mediante la expresión (5).

$$w_i = \frac{\frac{1}{1+d_i}}{\sum_{j=1}^k \frac{1}{1+d_j}}. \quad (5)$$

Por último, se determina al valor del VaR_{WAP} como la suma producto entre los pesos w_i y los valores de VaR de

cada uno de los vecinos.

$$VaR_{WAP} = \sum_{i=1}^k w_i \cdot VaRs_i.$$

Para finalizar esta sección se presenta una única expresión con el algoritmo para calcular el VaR WAP:

$$VaR_{WAP} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{\frac{1}{1 + \left| \frac{VaRs_i}{p} - 1 \right|}}{\sum_{j=1}^k \frac{1}{1 + \left| \frac{VaRs_j}{p} - 1 \right|}} \right) \cdot VaRs_i$$

Código de Matlab para calcular el VaR WAP.

Esta función toma como entrada los montos que corresponderían al VaR de cada uno de los vecinos cercanos y la posición del percentil deseado. Devuelve el VaR ponderado aplicando la fórmula mencionada durante esta sección.

```
function [VaR_WAP, pesos_wi] = calcularVaRPonderado(VaRs)
% Parámetros:
% - VaRs: vector de VaRs de los vecinos cercanos
% Número de vecinos
k = round(length(VaRs)/2);
p = VaRs(k);
% Cálculo de distancias y pesos ponderados
distancias = abs(VaRs./p-1);
pesos_temp = 1 ./ (1 + distancias);
pesos = pesos_temp/sum(pesos_temp);
% Cálculo del VaR Ponderado
VaR_WAP = sum(pesos .* VaRs);
% Devuelve las distancias para posibles análisis adicionales
pesos_wi = pesos';
```

6. VAR WAP APLICADO A UN MODELO DE RCS DE RIESGO DE MERCADO DE UN INSTRUMENTO DE DEUDA

Definición del modelo.

Para demostrar la eficiencia de la metodología en cuestión se aplicará en un modelo simplificado de VaR de mercado, que se ajusta a los principios de Solvencia II. Este modelo simplificado, a diferencia del modelo regulatorio Mexicano, únicamente considerará activos y únicamente riesgo de mercado (volatilidad de tasas de interés). Para

lo anterior, se tendrá que calcular el VaR al 0.995 de una variable de pérdida L_A . Para calcular la L_A este activo se valorará al tiempo 0 y al tiempo 1. Para calcular la variable de pérdida se considerará la siguiente expresión:

$$L_A = -(A_{t_1} - A_{t_0}),$$

donde L_A es un vector que contiene n valores de la variable de pérdida de un activo determinado, A_{t_1} es un vector que contiene n valores de un activo valuado al tiempo $t = 0$, $A_{t=0} = 0$ es el valor de un activo determinado valuado al tiempo $t = 0$. Una vez que se calculó la L_A del activo determinado, se calculará el valor en riesgo de la siguiente manera:

$$RCS_{Activo_j} = VaR_{0.995}(L_A)$$

Este valor corresponde a la pérdida que podría tener un $Activo_j$ en un año, considerando una probabilidad del 0.995, que representa la mayor pérdida al percentil 99.5.

Valuación al tiempo 0 y al tiempo 1.

Para valuar el activo al tiempo 0 y al tiempo 1 se utilizará una expresión bastante simple, misma que se describe a continuación:

$$A_t = \text{títulos} \times \left(P_l^{\{T_j\}}(t, T) \times \sigma \right),$$

donde títulos se refiere al número de títulos de un instrumento de deuda determinado.

$P_l^{\{T_j\}}(t, T)$: Precio que refleja el valor presente de los flujos de efectivo futuros descontados con la curva de interés l .

σ : Factor de volatilidad calculado mediante un proceso estocástico (por ejemplo, un movimiento browniano de media 0 y desviación estándar unitaria); cuando $t = 0$ entonces $\sigma = 0$.

Como se puede observar, para el cálculo de las desviaciones se considera un factor de volatilidad σ para la valuación del activo al tiempo $t = 1$, por lo que, en este modelo simplificado lo que faltaría definir es el cálculo del precio del activo considerando el descuento con la curva de tasas de interés l .

La siguiente expresión es una fórmula comúnmente utilizada para calcular el precio de un bono o cualquier flujo de efectivo futuro descontado al valor presente, utilizando una tasa de interés dependiente del tiempo T , de los cupones c y el nominal M , y como es de esperarse utilizando una curva de interés específica l .

$$P_l(t, T) = \exp\{-(T-t)Y_l(t, T)\},$$



donde t representa el tiempo de valuación, T es el tiempo correspondiente al vencimiento de cada Cupón (nodo), y $Y_j(t, T)$ es la curva observada en el mercado (no es de modelo) que corresponde al nodo T , al tiempo t .

Una vez que se definió el cálculo del precio, es necesario plantear una expresión más general que considere el cálculo de los precios para los diferentes cupones c y el descuento del Nominal M . La siguiente expresión describe el precio del bono con cupones en función de una curva de interés específica l , este precio se calcula en el tiempo de valuación t y se refiere al valor del bono hasta el tiempo T , teniendo en cuenta los pagos de cupón en los tiempos $\{T_j\}$.

Por ejemplo, si se calcula el precio en el tiempo actual $t = 0$ para un bono que paga cupones en los tiempos $\{T_1, T_2, \dots, T_m\}$, la expresión tiene en cuenta la curva de interés l para descontar los pagos futuros de los cupones y el principal.

$$P_1^{c, \{T_j\}}(t, T) = \left\{ \sum_{j=1}^m c(T_j - T_{j-1})P_1(t, T) + M\{P_1(t, T_m)\} \right\}$$

dónde $c(T_j - T_{j-1})$ considera el monto del pago de cupón en el momento T_j , teniendo en cuenta la tasa del cupón c y el intervalo de tiempo entre los pagos $(T_j - T_{j-1})$, $P_1(t, T_m)$ es el precio del cupón $j = n$, mismo que será multiplicado por el Nominal y M es el valor Nominal. Una vez que se calculó el valor del activo A_t al tiempo $t = 0$ y al tiempo $t = 1$, se procede al cálculo de la variable de pérdida L_A . Es importante considerar que el valor del activo en el $t = 1$ se tiene que traer a valor presente considerando la tasa de interés que corresponde al nodo del primer año.

Una vez que se calcula la variable de pérdida se puede calcular el RCS $_{Activo_j}$ de acuerdo con la expresión (2) el cual, es al escenario que se encuentre en la posición que corresponda al percentil 0.005. Como se puede observar, este método de cálculo a pesar de que considera volatilidades σ calculadas a través de un proceso estocástico, termina seleccionando un único escenario (sin importar, que tan diferentes pueden llegar a ser las curvas que se encuentran muy cercanas al percentil, lo que se denomina en secciones anteriores como “vecindad”). Para darle un peso determinado a los percentiles vecinos y de alguna manera considerar una curva que represente el valor esperado de la misma dentro de un mismo percentil, se aplicará la metodología propuesta “VaR WAP”.

Es importante considerar que la simplificación de modelo considera que los flujos del primer año son pagados,



y para los flujos con vencimiento menor a un año, es decir, que vencen en el tiempo $t(0, 1)$, se proyectan con la curva de su moneda hasta el tiempo 1 y se descuentan al tiempo 0 con la curva de Bonos-M (pesos). En este modelo simplificado, se utilizará únicamente una curva, por lo que se proyectará al tiempo 1 y se descontará al tiempo 0 con la misma curva.

Ejemplo práctico.

A continuación se presenta un ejemplo práctico que considera la valuación de un activo determinado al tiempo 0 y al tiempo 1 con la metodología descrita en esta sección. En el caso de la valuación del tiempo 1 considera la aplicación de un modelo estocástico, con la aplicación de este modelo se podrá calcular el RCS del activo y se compararán los resultados respecto a algunas de las metodologías expuestas en esta investigación.

Definición de Variables.

Plazo cupón: 0.5 años (semestral)

Tasa de inversión: 0.0775 anual.

Moneda: Pesos.

Tasa l : Curva de Bonos-M.

Plazos al vencimiento: 9.5 años.

Nominal: 100.

Considerando las variables definidas y la metodología descrita en esta sección, la Tabla 1 muestra los resultados para el tiempo 0.

Tipo Pago	t	T	tasa_0	σ	tasa t=0	Precio Cupón0	tasa inversión	Dt	Nominal	A_t=0
Cupón_1	0	0.5	0.0607	0	0.0607	0.9701	0.0388	1	0	3.759
Cupón_2	0	1	0.0626	0	0.0626	0.9393	0.0388	1	0	3.640
Cupón_3	0	1.5	0.0655	0	0.0655	0.9065	0.0388	1	0	3.513
Cupón_4	0	2	0.0678	0	0.0678	0.8732	0.0388	1	0	3.384
Cupón_5	0	2.5	0.0689	0	0.0689	0.8417	0.0388	1	0	3.262
Cupón_6	0	3	0.0693	0	0.0693	0.8123	0.0388	1	0	3.148
Cupón_7	0	3.5	0.0696	0	0.0696	0.7839	0.0388	1	0	3.037
Cupón_8	0	4	0.0698	0	0.0698	0.7563	0.0388	1	0	2.931
Cupón_9	0	4.5	0.0700	0	0.0700	0.7297	0.0388	1	0	2.828
Cupón_10	0	5	0.0702	0	0.0702	0.7039	0.0388	1	0	2.728
Cupón_11	0	5.5	0.0705	0	0.0705	0.6788	0.0388	1	0	2.630
Cupón_12	0	6	0.0707	0	0.0707	0.6544	0.0388	1	0	2.536
Cupón_13	0	6.5	0.0708	0	0.0708	0.6310	0.0388	1	0	2.445
Cupón_14	0	7	0.0710	0	0.0710	0.6084	0.0388	1	0	2.358
Cupón_15	0	7.5	0.0712	0	0.0712	0.5863	0.0388	1	0	2.272
Cupón_16	0	8	0.0714	0	0.0714	0.5649	0.0388	1	0	2.189
Cupón_17	0	8.5	0.0716	0	0.0716	0.5443	0.0388	1	0	2.109
Cupón_18	0	9	0.0717	0	0.0717	0.5245	0.0388	1	0	2.033
Cupón_19	0	9.5	0.0718	0	0.0718	0.5055	0.0388	1	0	1.959
Nominal	0	9.5	0.0718	0	0.0718	0.5055	1	1	100	50.554
										103.312

■ Tabla 1 Resultados para el tiempo 0.

Como se puede observar en la tabla anterior, el valor del activo al tiempo 0 es de 103.31 pesos. Una vez teniendo la valuación al tiempo 0 se procede a calcular

el activo al tiempo 1. Es importante considerar que el parámetro de volatilidad se obtuvo mediante la aplicación de 100,000 simulaciones mediante un modelo estocástico (movimiento browniano de media 0 y sigma 1). En el caso de las σ para los cupones que vencen durante el periodo (0,1) se calculó mediante brownianos independientes, se proyectó hasta el tiempo 1 y se descontó al tiempo 0 con base en el nodo de un año de la curva de Bonos-M al tiempo 0. Considerando lo anterior, con fines ilustrativos se consideraron únicamente las σ del escenario 0.995. Esto con el fin de valorar un escenario del tiempo 1 y a su vez poder calcular el RCS correspondiente. Vea la Tabla 2.

Tipo Pago	t	T	tasa_0	σ Pct 99.5	tasa t=1	Precio Cupón0	tasa inversión	Dt	Nominal	A _{t=1} Pct 99.5
Cupón_01*	(0,1)	0.5	0.0607	0.0110	0.0717	0.9648	0.03875	0.9393	100	3.773
Cupón_1	1	0	0.0609	0.0000	0.0609	1.0000	0.03875	0.9393	100	3.640
Cupón_2	1	0.5	0.0607	0.0227	0.0834	0.9592	0.03875	0.9393	100	3.491
Cupón_3	1	1	0.0626	0.0233	0.0860	0.9176	0.03875	0.9393	100	3.340
Cupón_4	1	1.5	0.0655	0.0238	0.0893	0.8746	0.03875	0.9393	100	3.183
Cupón_5	1	2	0.0678	0.0242	0.0920	0.8320	0.03875	0.9393	100	3.028
Cupón_6	1	2.5	0.0699	0.0244	0.0933	0.7920	0.03875	0.9393	100	2.883
Cupón_7	1	3	0.0693	0.0245	0.0938	0.7547	0.03875	0.9393	100	2.747
Cupón_8	1	3.5	0.0696	0.0245	0.0941	0.7194	0.03875	0.9393	100	2.618
Cupón_9	1	4	0.0698	0.0245	0.0943	0.6858	0.03875	0.9393	100	2.496
Cupón_10	1	4.5	0.0700	0.0244	0.0944	0.6539	0.03875	0.9393	100	2.380
Cupón_11	1	5	0.0702	0.0242	0.0944	0.6237	0.03875	0.9393	100	2.270
Cupón_12	1	5.5	0.0705	0.0240	0.0945	0.5948	0.03875	0.9393	100	2.165
Cupón_13	1	6	0.0707	0.0238	0.0945	0.5674	0.03875	0.9393	100	2.065
Cupón_14	1	6.5	0.0708	0.0235	0.0944	0.5415	0.03875	0.9393	100	1.971
Cupón_15	1	7	0.0710	0.0233	0.0943	0.5170	0.03875	0.9393	100	1.882
Cupón_16	1	7.5	0.0712	0.0230	0.0942	0.4935	0.03875	0.9393	100	1.796
Cupón_17	1	8	0.0714	0.0227	0.0941	0.4711	0.03875	0.9393	100	1.715
Cupón_18	1	8.5	0.0716	0.0224	0.0939	0.4500	0.03875	0.9393	100	1.638
Cupón_19	1	8.5	0.0716	0.0224	0.0939	0.4500	0.03875	0.9393	100	42.265
Nominal	1	0.5	0.0607	0.0110	0.0717	0.9648	1	0.9393	100	3.773
										91.346

■ **Tabla 2** Escenario en el tiempo 1.

En el caso de los cupones que pagan entre el año cero y el año 1, en lugar de multiplicar el deflactor al tiempo 1 por el precio del cupón, se divide el deflactor entre el precio del cupón. Como se puede observar en la tabla anterior, el valor del activo al tiempo 1 es de 91.35 pesos. Considerando la fórmula (6) se puede calcular la variable de pérdida. En este caso se calculará la variable de pérdida que corresponde únicamente al escenario del percentil 0.005 (ordenados de mayor a menor, es el escenario posición número 500):

$$RCS_{Pct.995} = -(A_{Pct 99.5} - A_{t_0}) = 11.9651,$$

donde $A_{Pct99.5}$ corresponde al valor del activo en 1, del escenario que corresponde al percentil 99.5.

Ahora bien, para aplicar la propuesta en cuestión, en lugar de considerar el escenario correspondiente al percentil 99.5 (posición número 500) se considerará directamente el promedio aritmético de los 100 vecinos (el número de vecinos se determinó con la expresión (1)) de

la variable de pérdida L_A .

$$RCS_{vecinos_{Pct 99.5}} = -(A_{vecinos_{Pct 99.5}} - A_{t_0}) = 11.9767,$$

donde $A_{vecinos_{Pct99.5}}$ corresponde al valor del activo en 1, del promedio aritmético de los vecinos al percentil 99.5.

Como se puede observar, al comparar la media aritmética de los vecinos respecto a escenario correspondiente al percentil 99.5 es bastante similar. Partiendo de lo anterior, se calculará la media de los vecinos, pero en lugar de considerar el vector que contiene la variable de pérdida LA (es decir, el valor de los vecinos de la LA), se calculará la media de cada uno de los nodos de la curva de interés de los escenarios vecinos; y una vez calculada la "curva esperada" de los vecinos, se calculará la valuación del activo al tiempo 1.

Para ejemplificar lo realizado se adjunta la Figura 5 en donde se muestran las tasas de interés de las simulaciones de este ejercicio. Con el fin de resaltar los elementos que nos interesan se está considerando la curva de la tasa de interés al tiempo 0 y algunas de las simulaciones de las tasas de interés al tiempo 1 (las tasas más bajas, las tasas más altas, el percentil 99.5 y los 100 vecinos (en azul claro):

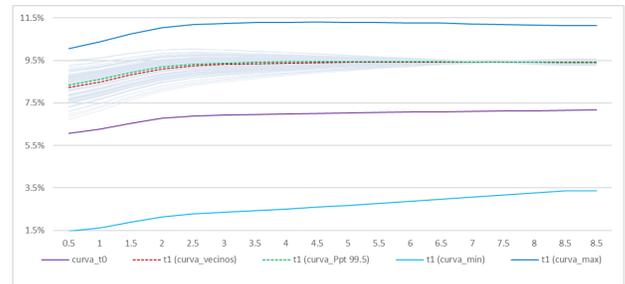


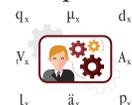
Figura 5 Curvas al tiempo 0 y 1 (sólo escenarios de interés).

Realizando el cálculo de la valuación del activo al tiempo 1 (A_{t_1}), utilizando las tasas que se obtuvieron con el promedio aritmético de cada uno de los nodos, se obtienen el siguiente resultado:

$$RCS_{curva_vecinos} = -(A_{curva_vecinos} - A_{t_0}) = 11.9786,$$

donde $A_{curva_vecinos}$ corresponde al valor del activo en 1, valuando el activo con el promedio aritmético de los escenarios vecinos de cada uno de los nodos simulados.

Como se puede observar con el resultado de este último ejercicio se obtiene un resultado similar respecto al



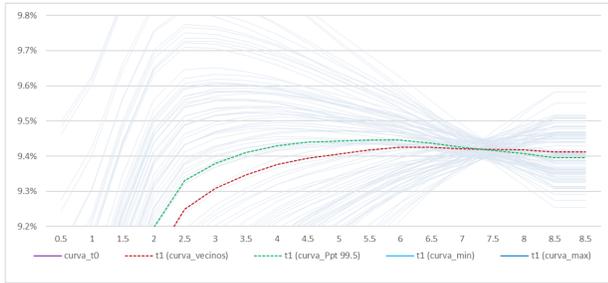


Figura 6 Acercamiento a la Figura 5.

percentil 99.5 calculado de una manera tradicional. Sin embargo, se obtiene una curva mucho más suavizada, cuya volatilidad respecto al tiempo 0 se espera sea más consistente entre diferentes periodos (ya que se observan curvas distintas dentro el mismo ‘vecindario’). Vea la Figura 6.

Ahora bien, expuesto lo anterior, únicamente resta calcular el RCS con la metodología propuesta “VaR WAP”. Es importante resaltar que, en este ejercicio en particular, al aplicar dicha metodología para calcular las curvas esperadas ponderadas por distancia al vecino central, se obtiene curva muy parecida a la curva que se calculó utilizando el promedio aritmético de los vecinos de cada nodo.

Realizando el cálculo de la valuación al tiempo 1 ($A_{t=1}$), utilizando las tasas que se obtuvieron con el promedio de los vecinos ponderado por distancia al vecino central, se obtienen los siguientes resultados:

$$RCS_{VaR WAP} = -(A_{VaR WAP} - A_{t_0}) = 11.9785,$$

donde $A_{VaR WAP}$ corresponde al valor del activo en 1 aplicando la metodología de VaR WAP.

Como se puede observar en la Figura 7, en este caso particular el resultado entre la metodología VaR WAP y el promedio aritmético es marginal. Sin embargo, la utilidad del VaR WAP cuándo se tienen simulaciones menos homogéneas, o en el caso de estar simulando diferentes fenómenos al mismo tiempo (por ejemplo, riesgo de mercado, riesgo cambiario, riesgo de crédito, riesgo de suscripción entre otros), resulta muy importante el poder conocer cuales son las “curvas de interés del tiempo 1”, un tema que no es trivial poder conocer en modelos de este tipo.

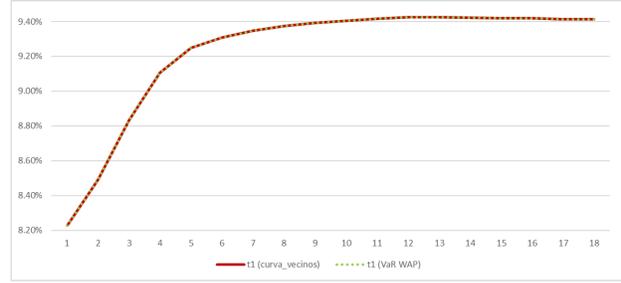


Figura 7 Curva al tiempo $t = 1$ y curva calculada con la metodología VaR WAP.

7. CONCLUSIONES

La investigación propuesta para desarrollar y aplicar la metodología de Promedios Ponderados del VaR o “VaR WAP” ha alcanzado sus objetivos. Considero que se han proporcionado valiosas, aunque sencillas, contribuciones a la medición del Valor en Riesgo (VaR) en el contexto de la gestión de riesgos. Las secciones 5 y 6 de este artículo ha detallado la metodología propuesta. La ponderación de escenarios cercanos al percentil, basada en distancias respecto al percentil p , ha demostrado ser una estrategia eficiente para suavizar la estimación del VaR y en este sentido, aumentar la comparabilidad entre periodos de valuación. La aplicación de la metodología ha arrojado los resultados esperados, destacando su capacidad para reducir la sensibilidad a eventos extremos y adaptarse a cambios locales en la distribución de pérdidas.

La comparación entre la metodología de Promedios Ponderados al Percentil o “VaR WAP” y el método del VaR Estocástico no ha revelado diferencias significativas en términos de sensibilidad de los resultados del RCS, sin embargo, si ha revelado que de existir diferencias significativas entre los vecinos del percentil p se podría determinar una curva de interés proyectada al tiempo 1 que tendría mayor comparabilidad entre las curvas proyectadas en diferentes periodos de tiempo. Con esta propuesta se pueden obtener estimaciones más suavizadas y menos sesgadas, lo que de alguna manera debería de contribuir a obtener una mejor capacidad predictiva, en este caso, de eventos de alta severidad y poca probabilidad de entornos financieros volátiles.

Las fortalezas de la metodología propuesta radican en su capacidad para ofrecer una visión más equilibrada del riesgo, considerando la variabilidad local y reduciendo el impacto de eventos extremos aislados. La ponderación y suavizado de escenarios cercanos al percentil propor-

ciona una herramienta más adaptativa y precisa, particularmente en situaciones de alta volatilidad (sin distinguir si estas situaciones de alta volatilidad son derivadas del cálculo de un VaR estocástico o un VaR histórico).

Implicaciones Prácticas y Aplicaciones futuras.

Las implicaciones prácticas de la metodología propuesta son significativas para administradores de riesgos y analistas financieros. La metodología propuesta es de aplicación inmediata en modelos ya implementados. Un buen ejemplo de este tipo de modelos podrían ser modelos de requerimiento de capital de solvencia o de VaR de mercado. La capacidad mejorada para prever y gestionar el riesgo debería ofrecer beneficios tangibles en la toma de decisiones, la asignación de recursos y la gestión del balance (activos y pasivos) de una compañía en entornos financieros dinámicos.

Esta investigación contribuye al campo de la gestión de riesgos financieros y gestión de riesgos de capital, al introducir una metodología innovadora respaldada por fundamentos teóricos sólidos y evidencia empírica. Las contribuciones se extienden a la literatura existente sobre VaR, ofreciendo una perspectiva simple pero renovada y aplicable a escenarios complejos y cambiantes. Con base en las experiencias y hallazgos de esta investigación, se formulan recomendaciones para investigaciones futuras. Se sugiere explorar la aplicación de la metodología en diferentes tipos de modelos con los que se determina el VaR de diferentes compañías y de diferentes riesgos, así como evaluar su desempeño en períodos de crisis. También se recomienda extender el concepto del promedio ponderado de los vecinos a diferentes momentos del cálculo del VaR, sobre todo en modelos complejos que utilicen un gran número de variables (por ejemplo, los modelos de capital que consideran tasas de interés, tipos de cambios, transición de calificaciones crediticias, siniestralidad, etc.).

En conclusión, la metodología de Promedios Ponderados al VaR o “VaR WAP” emerge como una herramienta valiosa y efectiva para la medición del VaR. Los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas contribuyen a enriquecer el campo de la gestión de riesgos, proporcionando nuevas perspectivas y enfoques para abordar los desafíos complejos que caracterizan a las áreas de riesgos técnicos y/o financieros.

8. RELACIÓN CON TEORÍAS EXISTENTES

La metodología de Promedios Ponderados al VaR o “VaR WAP” se sustenta en fundamentos teóricos sólidos

que buscan abordar las limitaciones de los métodos tradicionales del Valor en Riesgo (VaR). Estos fundamentos teóricos incluyen:

Teoría de Probabilidades y Estadística.

La teoría de probabilidades es esencial en la modelización de eventos financieros y la estimación del riesgo. Al calcular el percentil y seleccionar escenarios cercanos, se aprovecha la teoría de probabilidades para evaluar la probabilidad de pérdidas extremas y la variabilidad en la distribución de pérdidas. La estadística desempeña un papel crucial en la asignación de pesos ponderados a los escenarios. La ponderación basada en la distancia al percentil implica la utilización de métodos estadísticos para cuantificar la relación entre escenarios y su impacto en la estimación del VaR.

Teoría de Decisiones y Gestión de Riesgos.

La toma de decisiones en la gestión de riesgos implica evaluar y mitigar la incertidumbre asociada con las inversiones financieras. La metodología propuesta se alinea con la teoría de decisiones al ofrecer una estimación más precisa del VaR, permitiendo a los administradores de riesgos tomar decisiones informadas y adaptativas.

La gestión de riesgos, como disciplina, busca identificar, medir y controlar los riesgos en un entorno financiero. La propuesta se integra en esta teoría al proporcionar una herramienta que aborda desafíos específicos de la medición del riesgo, contribuyendo así a una gestión de riesgos más efectiva y robusta.

Teoría de Modelos Estocásticos.

Los modelos estocásticos son fundamentales en la generación de escenarios en la estimación del VaR. La metodología de Promedios Ponderados al VaR o “VaR WAP” se apoya en la teoría de modelos estocásticos al considerar múltiples simulaciones y al incorporar la variabilidad inherente en los rendimientos financieros. La ponderación de escenarios cercanos también se beneficia de modelos estocásticos al permitir una adaptación más dinámica a la variación temporal en la distribución de pérdidas, mejorando así la capacidad del modelo para capturar y suavizar eventos inesperados.

Teoría de Clusters.

La relación con teorías de clusters es evidente en la ponderación basada en la distancia. Al considerar un grupo de escenarios cercanos al percentil, se establece una relación con la teoría de clusters, donde los escenarios



similares en términos de proximidad son agrupados. Este enfoque no solo captura la variabilidad local en la distribución de pérdidas, sino que también refleja la naturaleza agrupada de eventos extremos.

Teoría de Distancias Estocásticas.

La utilización de distancias respecto al percentil p en la ponderación de escenarios cercanos conecta la propuesta con teorías que exploran la medida de similitud o diferencia entre distribuciones estocásticas. Este enfoque refuerza la capacidad de la metodología para adaptarse a cambios estructurales en la distribución de pérdidas a lo largo del tiempo, lo cual es esencial en un entorno financiero dinámico.

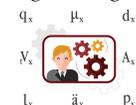
Teoría de Aprendizaje Automático y Agrupamiento.

La propuesta también guarda relación con teorías de aprendizaje automático, especialmente en el contexto de métodos de agrupamiento (clustering). Al ponderar y suavizar la estimación del VaR en función de la distancia al percentil, se introduce un elemento de aprendizaje adaptativo que puede compararse con enfoques de agrupamiento dinámico en aprendizaje automático, esto claramente, en aplicaciones futuras de esta metodología.

Estas conexiones teóricas subrayan la innovación de la propuesta, que no solo se basa en principios bien establecidos de gestión de riesgos y estadística, sino que también explora sinergias con teorías más avanzadas, como las relacionadas con clusters y distancias estocásticas. En las secciones anteriores, se profundizó en la aplicación práctica de estos fundamentos teóricos y su impacto en la mejora de la medición del riesgo.

REFERENCIAS

- Aguilera Verduzco, M., 2011 *Constitución de Reservas Técnicas*. CNSF, Descargado el 6 de Diciembre de [aquí](#).
- Aguilera Verduzco, M., 2014a Presentación.
- Aguilera Verduzco, M., 2014b *Requerimientos de información para el nuevo esquema de solvencia en México*. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, México, D.F.
- Asociación Mexicana de Actuarios, 2010 *Asamblea de 2010*. Colegio Nacional de Actuarios, Descargado de [aquí](#) el 6 de diciembre de 2024.
- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, 2015 *Circular Única de Seguros y Fianzas*. Gobierno de México, México.
- Feldblum, S., 1989 Asset liability matching for property/casualty insurers. *Valuation Issues* pp. 117–154.
- Glasserman, P., 2004 *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer.



Gudiño, J., 2006 Estimación del valor en riesgo por calce entre activos y pasivos de seguros. *Revista Matemática Foro RED-Mat* 25.

Hodes, D. M., S. Feldblum, y A. A. Neghaiwi, 1999 The financial modeling of property-casualty insurance companies. *North American Actuarial Journal* 3: 41–69.

Hull, J. C., 2021 *Risk management and financial institutions*. Wiley, 6th edición.

Jorion, P., 2007 *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. McGraw-Hill.

Lee, S. H. y J. L. Urrutia, 1996 Analysis and prediction of insolvency in the property-liability insurance industry: A comparison of logit and hazard models. *Journal of Risk and Insurance* pp. 121–130.

McNeil, A. J., R. Frey, y P. Embrechts, 2015 *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools*. Princeton University Press.

Nietzsche, F., 1886 *Beyond Good and Evil*. Project Gutenberg.

Presidencia de la República, 2013 *Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas*. Gobierno de México, México.

Romera, S., 2011 *Solvencia II, una oportunidad única que conviene aprovechar*. Mapfre, Trebol, Consultado [aquí](#) el 6 de diciembre de 2024.

Smith, J., 2000 Introduction to quantitative finance for physicists. *Quantitative Finance* 1: 411–415.

Taleb, N., 2007 *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House.

Taylor, S. J., 2005 *Asset Price Dynamics, Volatility, and Prediction*. Princeton University Press.

Zivot, E. y J. Wang, 2006 *Modeling Financial Time Series with S-PLUS*. Springer.



Yael Aguilera Castillo es actuario por la Universidad Marista campus CDMX. Está certificado en la Prueba de Solvencia Dinámica por el Colegio Nacional de Actuarios, además es Maestro en Ingeniería Financiera por la UNAM, C.U. Actualmente estudia la Maestría en Riesgos en la Universidad Anáhuac. Cuenta con más de 10 años de experiencia en el sector asegurador mexicano, y ha trabajado en varias de las compañías de seguros nacionales e internacionales más importantes en México. Actualmente es subdirector de riesgos técnicos, financieros y requerimientos de capital en Seguros Monterrey New York Life y es miembro del Comité de Certificación del CONAC. Obtuvo el tercer lugar del premio nacional de actuaría con este artículo.

PREMIO NACIONAL DE ACTUARÍA

2^{do} lugar • Categoría Investigación

Entrenando un algoritmo Light Gradient Boosting Machine para predecir la Cancelación Temprana de Pólizas de Seguro por Falta de Pago

Diana Romo Carrillo



Entrenando un algoritmo Light Gradient Boosting Machine para predecir la Cancelación Temprana de Pólizas de Seguro por Falta de Pago

Diana Romo Carrillo*,¹

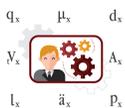
*BBVA

RESUMEN Más allá de que la cancelación de pólizas sea en general un indicador negativo para cualquier aseguradora, que exista un periodo de gracia para el pago de la primera prima implica un riesgo para la estabilidad financiera de quien extenderá la suma asegurada en caso de siniestro. En una sociedad mutualista, todos los asegurados construyen los fondos para cubrir los siniestros con el pago continuo de las primas, y si una proporción grande de los asegurados no realiza sus pagos dentro del periodo de gracia, el escenario donde la aseguradora tenga que incrementar las reservas dadas las pérdidas inherentes de no recibir prima por una póliza emitida será cada vez más cercano.

El objetivo de este proyecto es entrenar un modelo predictivo usando el algoritmo Light Gradient Boosting Machine para identificar antes de la venta a aquellas personas que no pagarán la prima tomando un periodo de gracia de 60 días, y así reducir esfuerzos de venta para este grupo. Definiremos métricas y gráficas de evaluación generales, describiremos detalladamente el algoritmo, su desempeño, sus resultados y haremos una propuesta actual y aterrizada de implementación.

Palabras clave

Modelos predictivos, Cancelación de seguros



Derechos reservados © 2024 por el Colegio Nacional de Actuarios
Última actualización del manuscrito: 13 de noviembre de 2024
Artículo elaborado bajo la tutela de Jaime Vázquez Alamilla y comunicado por Martha Guadalupe Pichardo Rojas.

Este artículo es publicado por el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) y contiene información de una variedad de fuentes. Es un trabajo cuyo fin es únicamente informativo y no debe interpretarse como asesoramiento profesional o financiero. La visión y comentarios contenidos en este documento corresponden exclusivamente a su autor y, por tanto, son ajenos a cualquier entidad pública o privada, incluyendo aquella para la que actualmente colabora. El CONAC no recomienda ni respalda el uso de la información proporcionada en este estudio. El CONAC no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, ni representación de ningún tipo y no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso o mal uso de este trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que se expone surge como respuesta a un fenómeno de impago de prima de pólizas que se presenta de manera continua en el ámbito laboral del sector asegurador. Utilizando como base la teoría del seguro y herramientas estadísticas, probabilísticas y de programación aprendidos en los años de formación de la carrera de Actuaría se propone un modelo analítico que busca identificar patrones de riesgo que identifique con antelación posibles impagos para crear estrategias preventivas y con ello, incrementar la rentabilidad general las aseguradoras.

La premisa consiste en que cualquier aseguradora necesita cubrir los gastos de administración, emisión y fuerza de venta al momento de que una póliza consigue colocarse en el mercado, esto se logra principalmente gracias a los pagos periódicos de primas que todos sus asegurados deben proporcionar para mantener el derecho de recibir la suma asegurada pactada si ocurriera el siniestro correspondiente. En caso de que no haya suficiente fondo recaudado por la sociedad mutualista, la aseguradora se verá en la necesidad de utilizar sus reservas para cubrir cualquier obligación que se presente, el escenario al que nunca se querría llegar. En algunas aseguradoras existe un periodo de gracia que comienza a correr a partir de la adquisición de la póliza donde el asegurado tiene derecho a estar protegido sin haber realizado el primer pago, es decir, un lapso donde la aseguradora está obligada por contrato a proveer la suma asegurada pactada en caso de siniestro independientemente si el asegurado ha pagado la prima correspondiente o no. Si después de este periodo la prima sigue sin pagarse, se puede considerar a la póliza como cancelada por *falta de pago*. El periodo de gracia varía, sin embargo, para fines de este estudio la duración será de 60 días.

Más allá de que la cancelación de pólizas sea en general un indicador negativo para cualquier aseguradora o negocio en general, el que exista un periodo de gracia para el pago de la primera prima implica un riesgo para la estabilidad financiera de quien extenderá la suma asegurada si la cantidad de asegurados que no pagan durante el periodo de gracia asciende lo suficiente.

A través del modelo analítico, se tendrá una solución práctica y basada en datos observados que ayude a reducir la cancelación por falta de pago identificando

antes de la venta a los clientes que potencialmente podrían presentar la característica de impago después de que adquirieran una póliza tomando un periodo de 60 días y así, fomentar una mayor estabilidad en el sector, lo anterior llevará a concentrar esfuerzos de venta ante los clientes con el comportamiento de pago que se espera de una asociación mutualista. Para lograr el objetivo se entrenará un modelo predictivo usando el algoritmo *Light Gradient Boosting Machine*, el cual es preciso y de los más eficaces computacionalmente en la actualidad si se entrena correctamente. Los modelos de aprendizaje predictivos son un conjunto de herramientas estadísticas y de programación usadas para pronosticar el comportamiento de algún fenómeno planteado tomando en cuenta datos históricos que permiten al modelo aprender de la conducta del fenómeno en cuestión a través de ellos y así obtener predicciones antes de lanzar una campaña de venta de pólizas al mercado.

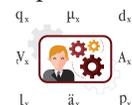
Los algoritmos de Machine Learning son valiosos y mientras se tenga un objetivo claro y los datos apropiados, su aplicación puede alcanzar diversos campos de interés humano y de negocio.

En la Sección siguiente se darán las bases teóricas necesarias para abordar el problema de reducción de la cancelación por falta de pago, entre las que destacan los conceptos básicos de machine learning, aprendizaje supervisado y las métricas de desempeño para la elección de un modelo adecuado. La Sección 3 aborda las suposiciones estadísticas que se deben tomar en cuenta para comenzar con la solución, la definición técnica y aterrizada del modelo de Machine Learning elegido, descripción de los datos a utilizar y su tratamiento para entrar al entrenamiento. En la Sección 4 se detallará el desempeño del modelo al interpretar las métricas previamente descritas, la 5 se basará en las propuestas de implementación de un modelo de este estilo en el sector asegurador. Presentamos nuestras conclusiones en la Sección 6.

2. PRELIMINARES DEL APRENDIZAJE ESTADÍSTICO

¿Qué es aprendizaje de máquina?

Aprendizaje de máquina o *Machine Learning* consta de algoritmos que utilizan modelos estadísticos y herramientas computacionales que permiten que una tarea se lleve a cabo gracias al aprendizaje de datos históricos en vez de ser programada explícitamente, y mientras más datos, mejor aprenderá. Con ayuda de sistemas computaciona-



¹ Correo electrónico: diana.romoc@ciencias.unam.mx

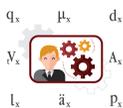
les, los algoritmos de ML procesan grandes cantidades de observaciones con sus características correspondientes para identificar patrones y de esta forma, cuando el entrenamiento (o aprendizaje) esté completo, éste podrá generar una salida a partir de un conjunto de datos de entrada nuevo. A grandes rasgos, los algoritmos de ML pueden dividirse en 2 tipos:

- **Aprendizaje supervisado:** Los datos usados para el entrenamiento especifican la salida de cada entrada. Aquí se busca asignar la respuesta correcta a las nuevas observaciones de acuerdo a sus características. Pueden existir respuestas del tipo clasificación o regresión. Los modelos supervisados de clasificación catalogan a las observaciones en dos o más grupos, por ejemplo, de acuerdo a la clase de boleto, género y edad de una persona un modelo de clasificación sugerirá si una persona sobrevivió al hundimiento del Titanic o no. Los modelos supervisados de regresión asignan un valor numérico a las observaciones, por ejemplo, de acuerdo al número de habitaciones, número de pisos y antigüedad de una casa, un modelo de regresión sugerirá su precio en el mercado.
- **Aprendizaje no supervisado:** Los datos usados para el entrenamiento no tienen ninguna etiqueta en específico. Por ejemplo, podemos considerar un modelo busca encontrar características similares entre las entradas y agruparlas para formar clusters. En este entendido, consideremos miles de personas con diversos gustos musicales, de películas y edades. De acuerdo a la información recopilada, el modelo no supervisado agrupará aquellos clientes que considere similares en clusters diferenciados de otros clusters. Una empresa de publicidad podrá, por ejemplo, tomar un cluster y hacer una recomendación literaria del género de suspenso a todas aquellas personas que lo conformen, mientras que las personas pertenecientes a otro cluster recibirán una recomendación literaria del género de ciencia ficción.

Pasos a seguir para entrenar un modelo predictivo.

A pesar de los diferentes algoritmos de Machine Learning que existen, para ajustar la mayoría de ellos se siguen los mismos pasos.

1. Fijar un objetivo: Definir el problema y tener en mente el resultado al que queremos llegar es el primer paso que permite ordenar ideas y aterrizar el cómo actuar a lo largo de todo el proceso.
2. Definir el dataset: Es necesario tener información robusta en forma de base de datos que describan el



fenómeno que se quiere pronosticar. Una base de datos es un conjunto de información agrupada de manera estructurada con columnas que representan las características de cada reglón.

3. Seleccionar el indicador de éxito: También llamada variable respuesta, para los modelos supervisados, dentro de los datos que se establecieron como útiles para el entrenamiento debe existir aquella característica alineada con el objetivo que se definió. Los modelos no supervisados no necesitan un indicador de éxito.
4. Realizar análisis exploratorio de datos: Se utiliza para tener un panorama general de los datos antes de comenzar la modelación. Se determinan características importantes de los datos como patrones, outliers y establecer supuestos e hipótesis.
5. Feature engineering: Aquí se toma en cuenta lo realizado en el paso anterior para realizar transformaciones, escalamiento, eliminar columnas que parecen no ser útiles, corregir errores, y hasta crear nuevas variables representativas.
6. Selección de variables: El propósito de recolectar todos los datos que se puedan es tener un claro panorama del comportamiento del fenómeno a predecir. Después de la ingeniería de variables se puede llegar a tener una dimensionalidad bastante alta del dataset, lo que aumenta la complejidad del ejecutable. La solución es implementar alguna técnica de selección de variables, cuyo objetivo es elegir el menor número de variables posible y que al mismo tiempo conserve la calidad de información.
7. Elegir el modelo a utilizar: Se elige un tipo de modelo adecuado para el objetivo que se fijó en el primer paso para que la predicción sea lo más correcta posible.
8. Entrenar a la máquina: Además del procesamiento de los datos, este paso es de los más laboriosos e importantes. A grandes rasgos, en la etapa de entrenamiento se divide el dataset en al menos dos conjuntos de manera aleatoria asegurando que el indicador de éxito sea balanceado en cada uno. La práctica dicta que uno de estos conjuntos, llamado de ahora en adelante *train set*, entrará al algoritmo de aprendizaje y será quien entrene a la máquina, es decir, serán los datos históricos de los que la máquina

aprenderá, gracias al algoritmo de Machine Learning seleccionado, para pronosticar el objetivo con datos nuevos en el futuro. Este conjunto usualmente toma al rededor del 70 % u 80 % del total de la base, mientras que el porcentaje restante se utiliza para realizar pruebas y obtener métricas de desempeño, generalmente llamado *test set*.

- Evaluaciones: Como se comentará en la Sección 2, existen diversas formas de determinar la calidad de las predicciones de un modelo. Si los resultados son favorables, se puede comenzar a pensar en una estrategia de implementación, por otro lado, si no lo son, es posible que el modelo deba sufrir algún reajuste o entrenar uno completamente nuevo.

Aprendizaje supervisado: algoritmos basados en árboles de decisión

Para resolver problemas de clasificación o regresión existen algoritmos que buscan segmentar el *train set* en regiones simples basándose en condiciones sencillas. Las condiciones o reglas suelen basarse en valores descriptivos de una variable en específico y aquellas observaciones que cumplan la regla pertenecerán a una región mientras que las que no lo hagan pertenecerán a otra; a través de una cantidad determinada de reglas es posible encontrar una predicción final para una observación dada, que será usualmente la media o moda del indicador de éxito de la región final en la que se encuentre. El conjunto de reglas de segmentación del *train set* puede representarse gráficamente como un árbol, por lo tanto a este enfoque se le conoce como *métodos basados en árboles de decisión*. Los árboles de decisión son sencillos y fáciles de interpretar, sin embargo, no son tan certeros como otros algoritmos de aprendizaje supervisado en términos de predicción. Para que los árboles sean competitivos en el mundo del Machine Learning se han robustecido con algoritmos como *Boosting*, *Bagging* y *Random Forests*, los cuales producen un número finito de árboles de decisión que se combinan para obtener una predicción mucho más precisa y confiable, a costa de una pérdida en la interpretación.

Como vemos en la Figura 1, un árbol tiene tres componentes: el nodo raíz es el conjunto inicial de datos que no tiene ramas entrantes. Los nodos internos son las regiones que se forman de acuerdo al resultado de cumplir o no la condición inmediata anterior. Existirán las capas de nodos internos que se requieran de acuerdo al número de condiciones establecidas, mientras más condiciones, más

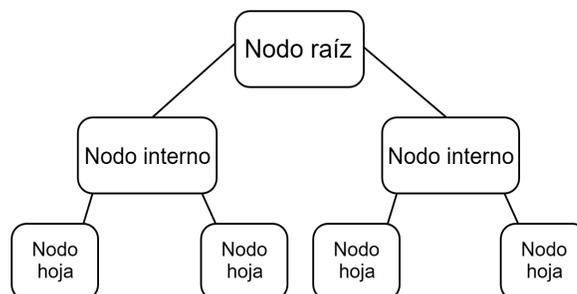


Figura 1 Estructura de un árbol.

granular será la división final. Finalmente, los nodos hoja representan los resultados posibles dentro del conjunto de datos.

Árboles de regresión. Retomando un ejemplo sencillo previo a la explicación teórica, en la Tabla 1 se observan casas con diferentes características donde el precio en el mercado es la variable respuesta (variable a predecir):

De acuerdo a las variables de cada observación, se construyen un árbol de decisión con tres condiciones de segmentación:

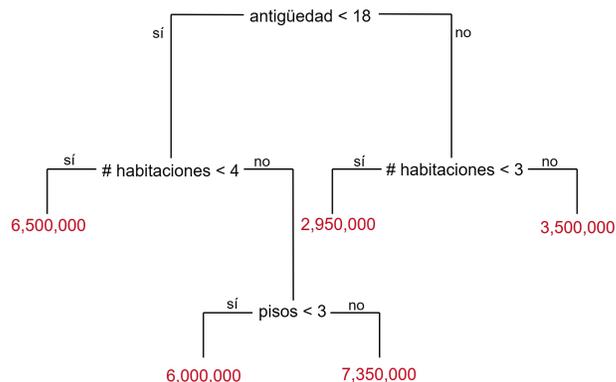
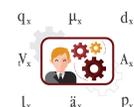


Figura 2 Árbol de decisión del precio de mercado de casas.

El nodo raíz comienza dividiendo las casas de acuerdo a su antigüedad, si ésta es menor a 18 años se dirige al nodo interno izquierdo mientras que al nodo derecho lo conforman aquellas casas cuya antigüedad es de 18



Observación	# habitaciones	# pisos	antigüedad (años)	precio
Casa 1	5	3	10	\$7,800,000
Casa 2	3	1	25	\$3,500,000
Casa 3	2	1	18	\$3,000,000
Casa 4	4	2	15	\$6,000,000
Casa 5	3	2	8	\$6,500,000
Casa 6	2	1	27	\$2,900,000
Casa 7	4	3	11	\$6,900,000

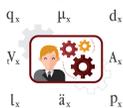
■ **Tabla 1** Precio de diferentes casas en el mercado.

años o más. El primer nodo interno derecho finaliza con dos nodos hoja que dividen a las casas de acuerdo al número de habitaciones que tienen. De la misma forma, del primer nodo interno izquierdo existe la división de casas de acuerdo a la cantidad de habitaciones para luego terminar con una última condición que divide a las casas de acuerdo al número de pisos de ésta. Cada nodo hoja representa el promedio del precio de las casas que se colocaron en él, es decir, el promedio de la variable respuesta de las casas que cumplieron con sus condiciones. En el caso de los árboles de regresión es común utilizar la media en los nodos hoja pero la medida descriptiva puede ajustarse a lo que se crea conveniente. Ahora, cuando queramos pronosticar el precio de mercado de alguna casa en específico, podremos seguir el camino de condiciones y su valor será el mismo que el nodo hoja que le corresponda.

Se puede resumir el proceso en dos pasos importantes.

1. Dividir el conjunto de datos, es decir, dividir las observaciones de acuerdo a los valores que tomen sus variables explicativas X_1, X_2, \dots, X_p en J distintas regiones excluyentes R_1, R_2, \dots, R_J . El conjunto de variables explicativas NO contiene al indicador de éxito.
2. Para cada observación que cae en la región R_j se hace la misma predicción, que es la media (u otra medida) del indicador de éxito para las observaciones de entrenamiento que formaron la región R_j en un principio.

Para simplicidad e interpretación, definimos a las regiones R_1, \dots, R_J como rectángulos de alta dimensionalidad



o *cajas*. Los árboles de decisión buscan cajas R_1, \dots, R_J que minimicen el *Error Cuadrático Medio*,

$$ECM = \sum_{j=1}^J \sum_{i \in R_j} (y_i - \hat{y}_{R_j})^2 \quad (1)$$

donde \hat{y}_{R_j} es la media del indicador de éxito de la j -ésima caja. El proceso computacional para los datos es comenzar a dividirlos en regiones diferentes se llama *split binario recursivo*, el cual comienza de ‘arriba hacia abajo’, con todas las observaciones iniciando en una misma gran región (nodo raíz). El split binario recursivo busca entre todas las variables explicativas X_1, \dots, X_p y todos los posibles valores de corte s y elige a la variable predictora y valor de corte tal que las regiones $\{X|X_j < s\}$ y $\{X|X_j \geq s\}$ que se formen puedan reducir *ECM* lo más posible. Sin pérdida de generalidad, para todo j y s se define el par de regiones:

$$\begin{aligned} R_{1(j,s)} &= \{X|X_j < s\}, \\ R_{2(j,s)} &= \{X|X_j \geq s\}, \end{aligned} \quad (2)$$

buscando el valor de j y s que minimice:

$$\sum_{i: x_i \in R_{1(j,s)}} (y_i - \hat{y}_{R_1})^2 + \sum_{i: x_i \in R_{2(j,s)}} (y_i - \hat{y}_{R_2})^2 \quad (3)$$

donde \hat{y}_{R_1} es la respuesta media del indicador de éxito de las observaciones de entrenamiento en $R_{1(j,s)}$ y \hat{y}_{R_2} es la respuesta media del indicador de éxito de las observaciones de entrenamiento en $R_{2(j,s)}$.

Se repite el proceso de la misma manera, sin embargo, en lugar de hacerlo con el conjunto total de datos original,

se hace con las dos regiones que se formaron anteriormente ($R_{1(j,s)}$ y $R_{2(j,s)}$) y así sucesivamente, tomando en cuenta que cada iteración debe minimizar el *ECM*. El proceso se detiene luego de alcanzar algún criterio en específico, por ejemplo, cuando todas las regiones que se crearon tienen un número deseado de observaciones. Ya que las regiones R_1, R_2, \dots, R_J se han formado, la predicción de una nueva observación será la media de las observaciones de entrenamiento que formaron dichas regiones.

Árboles de clasificación A diferencia de los árboles de regresión, los *árboles de clasificación* utilizan para su predicción una respuesta cualitativa. Para cada observación que entra a un árbol de clasificación, su predicción será la clase del indicador de éxito que más se repita del conjunto de observaciones de entrenamiento, dentro del nodo hoja en el que caiga. Para crecer árboles de clasificación se usa el *split binario recursivo* descrito en la Sección anterior, sin embargo, el criterio para dividir el conjunto de datos no puede recaer en el valor del *ECM* por la naturaleza del indicador de éxito. En su lugar se utiliza la *Tasa de Error de Clasificación*, la cual representa el porcentaje de observaciones de entrenamiento en una región cuya respuesta no pertenecen a la clase más común:

$$E = 1 - \max_k(\hat{\rho}_{mk}), \quad (4)$$

donde $\hat{\rho}_{mk}$ es la proporción de observaciones de entrenamiento dentro de la región R_m que tienen como respuesta a la k -ésima clase.

Como complemento se utilizan otras dos medidas para mejorar la sensibilidad del crecimiento de un árbol de clasificación. El *índice de Gini* mide la varianza a lo largo de las K diferentes clases en un nodo y sirve para conocer su *pureza*. Si $\hat{\rho}_{mk}$ son valores cercanos a cero el índice tomará un valor pequeño y su interpretación es que los valores respuesta de las observaciones de entrenamiento de R_m pertenecen en su mayoría a una misma clase. El *índice de Gini* se define como:

$$G = \sum_{k=1}^K \hat{\rho}_{mk}(1 - \hat{\rho}_{mk}). \quad (5)$$

La tercera medida es la *Entropía*, es una alternativa al índice de Gini para conocer la pureza de un nodo y se define como:

$$D = - \sum_{k=1}^K \hat{\rho}_{mk} \ln \hat{\rho}_{mk}. \quad (6)$$

Ya que $0 \leq \hat{\rho}_{mk} \leq 1$, entonces $0 \leq -\hat{\rho}_{mk} \ln \hat{\rho}_{mk}$. La entropía será cercana a cero si las $\hat{\rho}_{mk}$ son todas cercanas a cero o cercanas a uno, lo que significa que el m -ésimo nodo se puede considerar como puro.

Tomando como ejemplo el caso de la explicación teórica de un modelo de clasificación, en la Tabla 2 se describen las características de algunos pasajeros del crucero RMS Titanic acompañados del indicador de éxito: 1 si sobrevivieron y 0 en el caso contrario.

Observación	Clase	Género	Edad	Sobrevivió
Pasajero 1	2	M	55	0
Pasajero 2	1	F	25	1
Pasajero 3	1	M	2	1
Pasajero 4	3	F	2	1
Pasajero 5	3	F	65	0
Pasajero 6	2	M	18	0
Pasajero 7	1	M	36	1
Pasajero 8	1	M	55	0
Pasajero 9	2	F	11	0
Pasajero 10	2	F	11	1
Pasajero 11	3	M	80	1
Pasajero 12	3	M	41	0
Pasajero 13	3	M	18	0
Pasajero 14	2	M	21	0
Pasajero 15	1	F	96	1

■ **Tabla 2** Descenlace de pasajeros del RMS Titanic.

El árbol de clasificación para el dataset anterior se ve de la siguiente forma:

La primera condición que divide al dataset es la clase de boleto que tienen los pasajeros. La primera clase, como sabemos, fue priorizada para abordar los botes salvavidas y si bien no todos los pasajeros de primera clase sobrevivieron, la moda del indicador de éxito es igual a 1, por lo que a una entrada nueva que corresponda a la primera clase se le otorgará un destino favorable. Mientras que la tripulación se daba cuenta que el hundimiento del crucero era inminente, se comenzó a dar prioridad



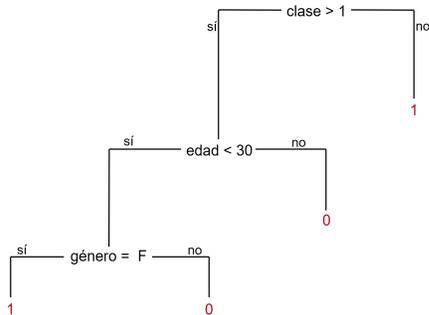


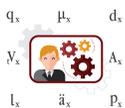
Figura 3 Árbol de decisión del destino de pasajeros del RMS Titanic.

a ‘mujeres y niños’ para los pasajeros que pertenecían a segunda y tercera clase; a una nueva entrada que tenga corta edad y de género femenino tiene una mayor probabilidad de haber sobrevivido a pesar de no contar con un boleto de primera clase.

Métodos de ensamblaje. Después de estudiar los árboles de regresión y clasificación es claro ver que a pesar de ser fáciles de interpretar, pueden llegar a ser demasiado sencillos para problemas complejos. Aún así, su estructura es merecedora de explotarse y por eso existen los *métodos de ensamblaje*, los cuales combinan múltiples procesos débiles para obtener un solo sistema predictor poderoso.

Bagging. El método de ensamblaje *Bagging* construye un número designado de árboles de decisión donde cada uno se ajusta a una muestra *bootstrap* del train set. Un muestreo bootstrap no es más que un muestreo aleatorio con repetición del mismo tamaño que el conjunto de datos original, en este caso, el train set. Estos árboles pueden ser de clasificación o de regresión y se computan de manera simultánea y paralela. Una observación tomará el promedio de la respuesta de todos los árboles de regresión que se ajustaron, mientras que tomará el valor que más se repite en el caso de tratarse de un árbol de clasificación.

Gracias al proceso de establecer condiciones para dividir los datos, cada árbol que se ajusta busca particiones óptimas de la muestra del train set, entonces, suelen ser árboles parecidos entre sí. El ensamblaje Bagging es una buena opción para reducir la varianza de las predicciones finales que a su vez, evita construir un modelo con sobre-ajuste u *overfitting*



que no es más que el nombre que se le otorga a un modelo que aprende *demasiado* bien. El gráfico 4 ilustra a grandes rasgos, la estructura de un ensamblaje Bagging.

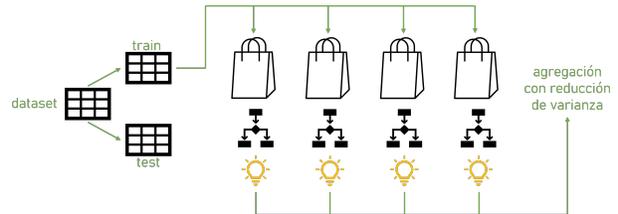


Figura 4 Método de ensamblaje Bagging.

Sean B diferentes muestras bootstrap, para calcular el promedio de respuestas $\hat{f}^1(x), \hat{f}^2(x), \dots, \hat{f}^B(x)$ de un modelo que utiliza el algoritmo Bagging se necesita:

$$\hat{f}_{bag}(x) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{f}^{*b}(x). \quad (7)$$

Árboles aleatorios. A un bosque lo conforman un cierto número de árboles, entonces, es automático pensar que por el nombre de este método de ensamblaje se constituya de muchos árboles de decisión (ya sean de regresión o clasificación) aleatorios. De igual forma que el método de ensamblaje anterior, el algoritmo de árboles aleatorios o *Random Forest* construye un número de árboles de decisión donde cada uno se ajusta a una muestra *bootstrap* del train set, crecen de forma simultánea y paralela. Lo que hace tan interesante a los bosques aleatorios es que cada muestra bootstrap del train set deja fuera a un número específico de variables explicativas de forma aleatoria, entonces cada árbol no sólo se ajusta a diferentes datos, sino que también a diferentes características, en otras palabras, diferentes columnas. Supongamos que el train set es de tamaño N con dimensión p , por lo tanto, cada árbol se ajustará a una muestra aleatoria de tamaño N con dimensión m , con $m < p$. Es usual elegir $m \approx \sqrt{p}$. La condición de no poder tomar en cuenta todas las variables explicativas es una herramienta para reducir la varianza entre cada árbol, lo cual se traduce a ser un proceso preciso.

Es común que exista un número de variables explicativas que son más importantes o significativas en la predicción final que otras. Si les fuera posible a todos los árboles tomar una muestra con todas las variables explicativas disponibles, en el intento de optimizar, todos

los árboles utilizarían aquellas variables que son significativas para las primeras condiciones y crear particiones acertivas desde los primeros pasos del algoritmo. Esto resultaría en un bosque aleatorio conformado por árboles que no difieren mucho entre sí, es decir, las predicciones finales de todos los árboles estarían altamente correlacionadas. Al promediar muchas cantidades altamente correlacionadas no implica reducción en la varianza como promediar cantidades no correlacionadas. Gracias a la regla de excluir $p - m$ variables en cada ajuste de un nuevo árbol, en promedio habrá $(p - m) / p$ splits o muestras aleatorias que no contengan a la variable *más* importante, dando paso a nuevas combinaciones y nuevas estructuras de árbol. Una nueva observación tendrá la predicción promedio (regresión) o la predicción que más se repita (clasificación) de todos los árboles que se ajustaron en este método de ensamblaje.

Boosting Los métodos de ensamblaje anteriores incluyen un árbol por cada muestra, en este caso, los árboles crecen de una manera *secuencial* y no de forma paralela, es decir cada árbol utiliza información de los árboles previamente construidos. Aquí no se utiliza una técnica de muestreo, más bien, cada árbol se ajusta a una versión distinta del dataset original, en este caso, el train set.

El algoritmo comienza por ajustar un árbol de decisión con el train set y ajusta el siguiente con los residuales del primer árbol completando con un subconjunto aleatorio del train set, y así sucesivamente. Con esta idea, los árboles no se entrenan con subconjuntos 100% aleatorios y están profundamente influenciados por errores cometidos en árboles pasados, por eso se le conoce a este método de ensamblaje como de *lento aprendizaje*. El algoritmo se utiliza en el modelo final presentado en este trabajo.

Dado que el método Boosting crea B árboles $\hat{f}^1, \dots, \hat{f}^B$ El algoritmo es como sigue:

1. Sea $\hat{f}(x) = 0$ y $r_i = y_i$ para todo i en el train set.
2. Para $b = 1, 2, \dots, B$:
 - a) Ajustar un árbol \hat{f}_b con d splits ($d + 1$ nodos terminales) al train set (X, r) .
 - b) Actualizar \hat{f} añadiendo en una versión encogida del nuevo árbol:

$$\hat{f}(x) \leftarrow \hat{f}(x) + \lambda \hat{f}_b(x) \quad (8)$$

c) Actualizar los residuales:

$$r_1 \leftarrow r_i - \lambda \hat{f}_b(x_i) \quad (9)$$

3. Salida del modelo usando Boosting:

$$\hat{f}(x) = \sum_{b=1}^B \lambda \hat{f}_b(x) \quad (10)$$

1. Elegir el B es importante ya que si es demasiado grande y por la naturaleza del algoritmo, se puede caer en la sobre-estimación.
2. El parámetro λ es un número positivo pequeño que determina qué tanto se encoge el nuevo dataset y además, controla el paso en el que el modelo aprende. Es usual elegir valores como 0.01 o 0.001 pero siempre depende en el problema y los datos. Una λ muy pequeña puede requerir una B muy grande para alcanzar una buena estimación.
3. d es el parámetro que controla la complejidad del ensamblaje, es decir, el número de particiones de cada árbol que se construya. Es común utilizar $d = 1$, donde cada árbol consiste de un solo split, una sola condición de alguna variable que se considere apropiada.

Este tipo de algoritmo ayuda a reducir el sesgo y con ello, evita obtener un modelo con *underfitting*, es decir, tener un modelo muy simplista e insuficiente para capturar los matices de los datos. El gráfico 5 ilustra a grandes rasgos, la estructura de un ensamblaje Boosting.

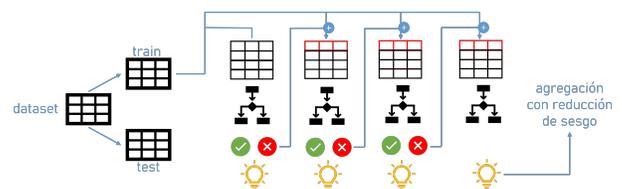


Figura 5 Método de ensamblaje Boosting.

Trade-off de sesgo-varianza. Como describo en secciones anteriores, existe la posibilidad de entrenar modelos tanto demasiado buenos como demasiado ambiguos, a estos modelos se les conoce como modelos con *overfitting* (sobre-ajuste) y con *underfitting* (sub-ajuste) respectivamente.



El overfitting lo causa un arreglo con una varianza muy alta, mientras que el underfitting lo causa un arreglo con un sesgo muy alto. Si bien el algoritmo Bagging reduce la varianza para evitar el overfitting, es un ensamblaje que tiende al underfitting. Lo contrario sucede con el algoritmo Boosting al reducir el sesgo, evita el underfitting, sin embargo, tiene a caer en el overfitting.

Ambas métricas se relacionan tal que si una aumenta, la otra se reduce, por lo tanto, es importante encontrar el método de ensamblaje que le sirva a los datos a ajustar y encontrar un balance entre estas dos medidas.

Definiendo métricas de desempeño para la elección del modelo

Ya que se quiere identificar desde antes de la venta aquellas pólizas que son altamente probables a ser canceladas por falta de pago, se asignará una probabilidad de cancelación al cumplir los 60 días de impago. Esta probabilidad es un número entre 0 y 1 que será comparado con un umbral establecido como apropiado para después asignar una etiqueta final que determine si el esfuerzo que representa el proceso de venta y la emisión de la póliza será rentable o si es apropiado excluir al cliente de participar en la campaña de venta mensual. El tipo de modelo será detallado en secciones posteriores, sin embargo, vale la pena establecer desde ahora que para el fenómeno presentado se requiere de un modelo supervisado de clasificación binaria ya que buscaremos una respuesta de solamente dos opciones posibles: pagará o no pagará. Sea γ el umbral elegido y dadas las características de cierta póliza, sea β la probabilidad de cancelación según la predicción del modelo. Si $\beta > \gamma$, la clasificación final de la póliza será igual a uno, lo que significa que la probabilidad de cancelación de la póliza es suficientemente alta, para que la participación del cliente en la campaña de venta se interrumpa.

El umbral, encontrado en la literatura también como *threshold*, será un número fijo muy importante ya que su valor afectará el número de predicciones positivas y negativas, el cual impactará directamente en el diseño de campañas de venta. La clave está en encontrar un modelo que describa correctamente el comportamiento de la cancelación temprana por falta de pago y con eso, encontrar un umbral que reduzca las cancelaciones y a su vez la pérdida monetaria resultante de la reducción de las ventas. Con la ayuda de la matriz de confusión en



la Figura 6, la interpretación binaria es como lo dicta la Tabla 3.

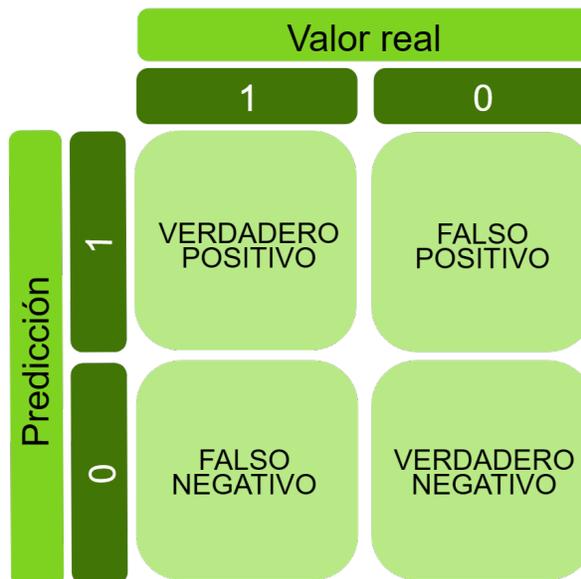


Figura 6 Matriz de confusión.

Como ya fue antes mencionado, el threshold será un número fijo entre 0 y 1 (como la predicción en probabilidad) el cual ayudará a definir la etiqueta final de una observación. Para el fenómeno que se presenta la condición para las etiquetas finales (\hat{y}) son:

- Si $\beta > \gamma \Rightarrow \hat{y} = 1$ (la predicción es suficientemente grande para considerar que la póliza se cancelará por falta de pago en 60 días.)
- Si $\beta \leq \gamma \Rightarrow \hat{y} = 0$ (la predicción es suficientemente pequeña para considerar que la póliza no se cancelará por falta de pago en 60 días.)

La proporción de ambas etiquetas cambiará de acuerdo con el threshold que se elija. En este caso, mientras más alto este sea, será más difícil que una predicción lo supere, por lo tanto, el número de etiquetas iguales a 1 será menor. De forma contraria, si se establece un threshold muy bajo, será sencillo superarlo y la cantidad de etiquetas iguales a 1 será elevada. Será necesario plantear distintos escenarios con su respectivo threshold y encontrar uno que presente un balance entre un porcentaje relativamente alto de población que pagará al menos un recibo (Verdadero Negativo) y un porcentaje relativamente pequeño de población que no pagará al menos un recibo

Predicción	Interpretación	Resultado
Verdadero Positivo	No pagará al menos 1 recibo	Acierto
Verdadero Negativo	Pagará al menos 1 recibo	Acierto
Falso Positivo	Pagará al menos 1 recibo	Error
Falso Negativo	No pagará al menos 1 recibo	Error

■ **Tabla 3** Interpretación de la matriz de confusión.

(Verdadero Positivo) según la predicción. Queremos que lo que se reduzcan son los Falsos Positivos, gente que sí pagaría al menos un recibo pero que el modelo dice que no. Es una buena práctica entrenar más de un modelo para comparar desempeños y al final poder implementar el que mejor se adapte a cubrir las necesidades del objetivo. Para averiguar si un modelo se considerará bueno y para poder comparar cuál es el mejor entre varios de ellos hay métricas de desempeño que interpretan numéricamente si logran capturar el comportamiento del fenómeno al relacionar los aciertos (Verdadero Positivo/Verdadero Negativo) con los errores (Falso Positivo/Falso Negativo) de un modelo supervisado de clasificación binaria.

Curva ROC y Área bajo la curva.

Una de las herramientas más útiles no sólo para elegir un threshold apropiado sino para elegir el mejor modelo para el fenómeno es la Curva ROC (acrónimo de Receiver Operating Characteristic, o Característica Operativa del Receptor). Toma en cuenta dos medidas sencillas de calcular:

$$\begin{aligned} \text{True Positive Rate (TPR)} \\ = \frac{\text{Verdadero Positivo}}{\text{Verdadero Positivo} + \text{Falso Negativo}} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{False Positive Rate (FPR)} \\ = 1 - \frac{\text{Verdadero Positivo}}{\text{Verdadero Positivo} + \text{Falso Negativo}} \\ = 1 - \text{TPR} \end{aligned} \quad (12)$$

Los puntos de la Curva ROC representan la TPR (11) en el eje Y y la FPR (12) en el eje X para diferentes escenarios de thresholds. Un modelo clasificador perfecto tendría una True Positive Rate igual a 1, es

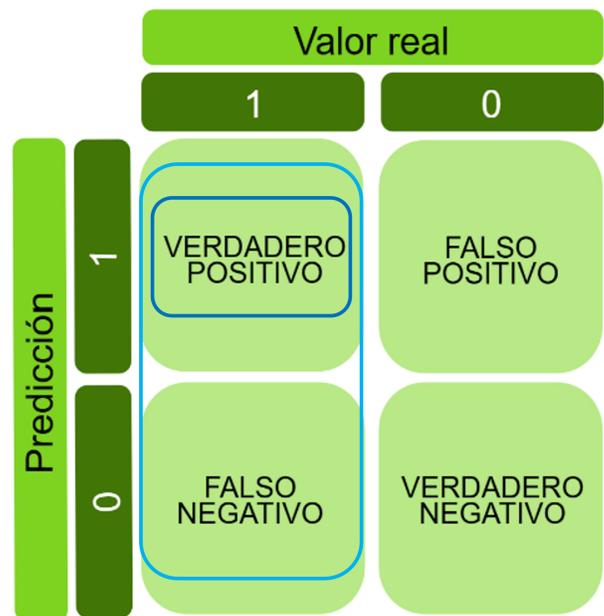


Figura 7 TPR en la matriz de confusión; el porcentaje de las etiquetas verdaderas correctamente predichas.

decir, no existen errores en las predicciones, y la gráfica que relaciona ambas métricas se ve como la imagen 8.

Un clasificador aleatorio se ve como la imagen 9. La idea tras la aleatoriedad del clasificador es que habría aproximadamente la misma cantidad de predicciones acertadas que de erróneas para cada threshold y su escenario. Un clasificador típico busca que la gráfica se encuentre por encima de la gráfica de un clasificador aleatorio, y mientras la Curva ROC se aproxime más al extremo superior izquierdo, significa que las predicciones



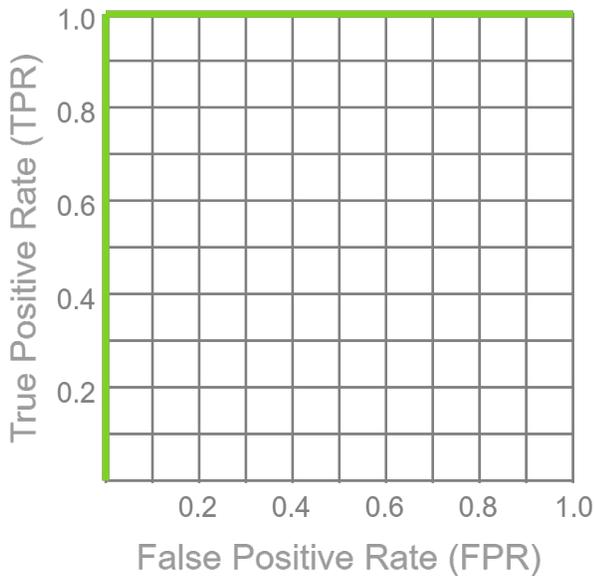


Figura 8 Curva ROC para un clasificador perfecto.

acertadas superan en número a las erróneas.

Como su nombre lo indica, el Área Bajo la Curva ROC, o AUC, mide el volumen entre el eje cartesiano y la Curva ROC, por lo tanto sus valores posibles viven entre 0 y 1. A un clasificador perfecto le corresponde un AUC de 1, mientras que a uno aleatorio le corresponde un AUC que aproxima el 0.5. Siguiendo esta lógica, un clasificador típico busca que el AUC viva dentro de un rango lejano al de un AUC aleatorio.

Ambas herramientas auxilian en el monitoreo de la predicción global de un modelo, comparar dos o más entrenamientos diferentes e influir en la toma de decisiones. En general, mientras el AUC de un modelo sea mayor a otro, la teoría indica que es “mejor”. Sin embargo, siempre se debe tener cuidado ya que, si un modelo parece ser demasiado bueno para ser verdad, usualmente lo es.

Exactitud (Accuracy)

Se le conoce como *Accuracy* al número de predicciones acertadas (ya sean positivas o negativas) sobre el total de predicciones:

$$Accuracy = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \quad (13)$$

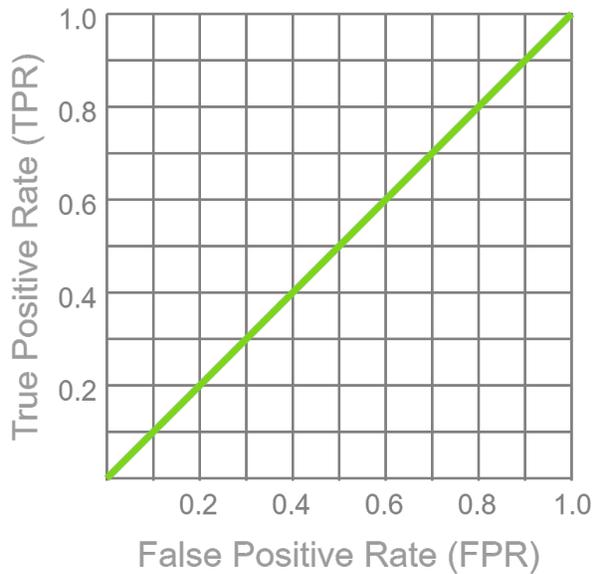



Figura 9 Curva ROC para un clasificador aleatorio.

donde VP = Verdadero Positivo, VN = Verdadero Negativo, FP = Falso Positivo y FN = Falso Negativo.

$$Accuracy = \frac{N. de Predicciones Acertadas}{Tamaño del Dataset}$$

El valor de esta métrica va de 0 a 1.

Precisión (Precision)

Precision mide cuántas de las predicciones positivas hechas son correctas:

$$Precision = \frac{Verdadero Positivo}{Verdadero Positivo + Falso Positivo} \quad (14)$$

$$Precision = \frac{N. de Predicciones Positivas Acertadas}{N. Total de Predicciones Positivas}$$

El valor de esta métrica va de 0 a 1.

Recall

La métrica Recall mide cuántas de las instancias positivas fueron pronosticadas acertadamente:

$$Recall = \frac{Verdadero Positivo}{Verdadero Positivo + Falso Negativo} \quad (15)$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{No. de Predicciones Positivas Acertadas}}{\text{No. Total de Instancias Positivas en el Dataset}}$$

El valor de esta métrica va de 0 a 1. Si te resulta familiar esta fórmula, es porque Recall y TPP son iguales.

Score F1

F1 es el promedio armónico entre Precision y Recall, cuya fórmula le da el mismo peso a la importancia de estas dos métricas, resumiendo el desempeño en una sola:

$$F1 = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (16)$$

El valor de esta métrica va de 0 a 1.

LogLoss

Hasta ahora las métricas mencionadas hacen referencia principalmente a los aciertos de las predicciones, sin embargo, es importante indagar en una métrica que haga referencia a los errores que se presentan para tener el panorama completo de la calidad de las predicciones del modelo. La métrica que lleva a cabo esta función es conocida como función de pérdida o función de costo. Para modelos supervisados de clasificación binaria se utiliza la función *LogLoss*, esto quiere decir que se puede aplicar para predicciones en probabilidad con valores entre 0 y 1 y la etiqueta final que se asigne estará conformada únicamente por dos valores (en este caso 0 y 1).

El valor del *LogLoss* puede ser cualquier cosa entre 0 e infinito; mientras más diverja la predicción del valor real de la observación, el valor de *LogLoss* incrementará, entonces, el objetivo de cualquier modelo predictivo es minimizarlo. La fórmula es:

$$\text{LogLoss} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \ln(\hat{y}_i) + (1 - y_i) \ln(1 - \hat{y}_i), \quad (17)$$

donde N es el número total de observaciones en el Dataset sobre el que se realiza la prueba, y es la etiqueta real de cada observación y \hat{y} es la predicción asignada a cada observación.

Si bien *LogLoss* es un auxiliar para conocer el error de la predicción, su valor es una parte del resultado de la optimización del algoritmo de Machine Learning que se describirá más adelante. El objetivo para *LogLoss* es que llegue a minimizarse y con eso, las predicciones serán más cercanas a un acierto que a un error.

Impacto y riesgos asociados

Actualmente los algoritmos y procesos computacionales son muy estables, sin embargo, es importante que durante todas las etapas de un entrenamiento haya intervención humana para asegurar que el modelo está actuando como debería, que los resultados obtenidos sean confiables y finalmente, cumpla con el objetivo que planteamos.

A pesar de que existe la posibilidad de alcanzar numéricamente los máximos en las métricas para algún modelo, usualmente es señal de que algo está saliendo mal. Puede tratarse de un *dataset imbalancedo*, por ejemplo cuando una etiqueta real de las observaciones ocupa un porcentaje mayor al 90 % sobre todas las observaciones, cuando existe *data leakage* o fuga de datos, es decir, utilizar información ajena al conjunto de entrenamiento para crear el modelo; esta información adicional puede permitir que el modelo aprenda o sepa algo que dé respuesta correcta automática a las predicciones, y, a su vez, invalidar el rendimiento estimado. Otro ejemplo de la importancia humana es la elección del threshold, un tema que se planteó en la Sección 2. Si bien existen procesos computacionales capaces de arrojar un threshold óptimo que tienen como base minimizar las predicciones erradas, puede que ese umbral sea demasiado riesgoso si es muy bajo o demasiado conservador si es muy alto, habrá que tener en cuenta que al final esta será una herramienta auxiliar y no un absoluto, por eso se plantearán varios escenarios y considerar que la optimización matemática puede chocar con el objetivo frente a una aseguradora.

3. ENTRENANDO UN ALGORITMO LIGHT GRADIENT BOOSTING MACHINE

Objetivo del modelo

El objetivo final de cara a una aseguradora será reducir el indicador de Cancelación por Falta de Pago, esto se traduce de manera subyacente a garantizar con la mayor precisión posible que los nuevos clientes asegurados paguen al menos la primera prima antes de caer en impago. El objetivo técnico del modelo sería identificar a las personas que, en un periodo de 60 días a partir de la fecha de adquisición, no han realizado ni un pago para continuar gozando con todos los derechos que la póliza indique. Esto se logrará a partir de información histórica que contiene datos financieros, demográficos y por supuesto, especificaciones de su comportamiento respecto a la póliza, incluyendo su cumplimiento de



pago. Esta información y detalles concreto del modelo a utilizar para el entrenamiento del modelo se abordarán más adelante.

Supongamos que la aseguradora sostiene una alianza con un banco que funciona como su fuerza de ventas frente a un mercado retail y entre estas dos corporaciones existe un intercambio de información para que la relación prospere y un modelo como el que se planteará en este trabajo sea posible. El banco le ofrecería a un determinado número de clientes existentes los productos de seguro que tiene la aseguradora cada periodo de tiempo para complementar su experiencia como cuentahabientes. Supongamos que cada mes el banco realizará la oferta a 100,000 clientes para adquirir algún seguro de acuerdo a una campaña de venta predeterminada, un modelo de Cancelación por Falta de Pago ayudará a diseñar campañas de venta enfocadas a los clientes cuyo perfil sea propenso a cumplir su obligación como asegurados.

Suposiciones estadísticas

Ya que se busca encontrar si una póliza se canceló en los primeros 60 días por falta de pago o no, la respuesta debe ajustarse a un modelo de clasificación binaria donde los dos eventos son mutuamente excluyentes. En este caso se decide que la variable respuesta se distribuye Bernoulli. También conocida como dicotómica, la distribución Bernoulli es una distribución de probabilidad discreta que se usa para ensayos en los que sólo hay dos resultados posibles, *éxito* y *fracaso*, denotados como 1 y 0 respectivamente.

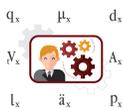
Sea $Y|X$ que denote una variable aleatoria Bernoulli con parámetro p , tal que $p = P(Y = 1|X) = P(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\}|X) = p(X)$. En Machine Learning se trata este problema como una aproximación de función, donde se busca $f_\theta(\cdot)$ tal que $P(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\}|X) = f_\theta(X)$, donde $f_\theta(\cdot)$ es la función que será aprendida por el modelo y que depende de algunos parámetros, denotados como θ .

El cuadro 4 y la Tabla que le sigue especifican las cantidades utilizadas en la estrategia del entrenamiento del modelo.

- Variable respuesta

$$I(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\})$$

- Evento o cantidad que representa: La póliza se ha cancelado dado que el asegurado no pagó en los



primeros 60 días a partir de su fecha de adquisición.

- Parámetro a predecir: Media, es decir:

$$E[I(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\})] = P(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\}|X).$$

- Error asumido: Condicionando a X , se supone que sigue una distribución Bernoulli.

Light Gradient Boosting Model.

Existe más de un algoritmo de Machine Learning que utiliza el ensamblaje *boosting* para realizar la clasificación deseada, sin embargo, ya que el modelo final elegido es un LGBM, será el descrito detalladamente. Lo que hace distinto a este algoritmo es su rápida optimización acompañada de una reducción de uso de memoria, por lo que computacionalmente es ideal cuando existen muchos datos.

Algoritmo basado en histogramas.

Por su naturaleza secuencial, el método boosting es costoso o lento computacionalmente hablando, por lo que LGBM complementa utilizando un algoritmo basado en histogramas, permitiendo rapidéz y precisión. Durante la construcción secuencial de los árboles de decisión se discretizan los valores de las variables continuas, ordenando y agrupando los valores en intervalos, este proceso imita al de la construcción tradicional de un histograma, recordando que se utilizan en la práctica para identificar la distribución de algún fenómeno. Lo anterior ayuda a reducir los numerosos valores únicos que una variable continua pueda llegar a tener a unos cuantos, y así disminuir drásticamente el tiempo en el que un árbol se construye.

Crecimiento por nivel vs. crecimiento por hoja

Mientras que los algoritmos que no son conocidos por su rapidez utilizan la clásica técnica *level-wise* (por nivel), en LGBM los árboles de decisión se construyen utilizando una técnica llamada *best-first* (el mejor primero) o *leaf-wise* (por hoja). Los últimos seleccionan puntualmente el 'mejor' nodo (u hoja) a dividir en cada paso del crecimiento, éste será aquel nodo que tenga la menor impureza después de terminar la división correspondiente. Para construir un árbol *best-first* se siguen pasos similares a los de una construcción *level-wise*: se selecciona una variable para dividir a los datos desde el nodo raíz en función a un criterio determinado y habrá un subconjunto por cada rama que sale del nodo raíz.

2. Se ejecuta el mejor split global.

Paralelización de datos

A pesar de acelerar el proceso de la creación de condiciones para los árboles de decisión y con capacidad de soportar una gran cantidad de datos, LGBM ofrece otra alternativa cuando la suma de datos es masiva, la **paralelización de datos**, cuyo objetivo es paralelizar el aprendizaje de decisión en conjunto para realizar las divisiones de los árboles de decisión.

Un acercamiento tradicional es el siguiente:

1. Partir los datos de forma horizontal, es decir, repartir subconjuntos de registros en cada máquina.
2. Las máquinas usan su subconjunto local para construir un histograma local para cada variable.
3. Se fusionan los histogramas locales para crear un histograma global para cada variable.
4. Se busca el mejor split para cada histograma global y se ejecuta la partición de datos de acuerdo a este.

El acercamiento de paralelización de datos LGBM es:

1. LGBM utiliza *Reduce Scatter* para fusionar histogramas de distintas variables explicativas y asignarlas sin repetición a diferentes máquinas.
2. Las máquinas encuentran en mejor split local en los histogramas locales fusionados y se comunican el mejor split global, para así realizarlo.

Reduce Scatter (Figura 12) es un tipo de operación colectiva, éstas últimas son utilizadas cuando existe mucha información que tratar dentro de un contexto de programación paralela. *Reduce Scatter* divide la información que existe dentro de una unidad de procesamiento para repartirla entre todas las unidades de procesamiento (máquinas). Entonces, sean p unidades de procesamiento y p_j la unidad que tiene el vector de información $m = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \dots m_p$, se quiere trasladar la información m_i a la unidad de procesamiento p_i .

Gradiente descendiente

Gradiente Descendiente es un algoritmo iterativo de optimización de primer orden que busca el mínimo o máximo de una función determinada y tiene un sin fin de aplicaciones en distintos campos de las matemáticas aplicadas. En el contexto de Machine Learning, se

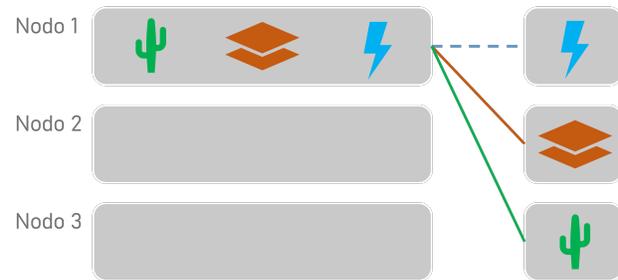
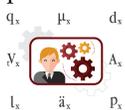


Figura 12 Flujo de información para la operación *Reduce Scatter* en tres nodos.

utiliza para minimizar la función que cuantifica el error marginal entre la predicción de un modelo y los valores reales de los datos etiquetados, es decir, la **función de pérdida**. Desde la Sección 2 se describe a la función *LogLoss* como la función de pérdida de un clasificador binario, por lo que el Gradiente Descendiente de un LGBM se encargará de minimizarla.

Para que el Gradiente Descendiente pueda ser utilizada en una función, ésta debe cumplir dos requisitos: ser diferenciable y convexa.

Una función es diferenciable cuando existe su derivada para cualquier punto de su dominio. Una función es convexa cuando cualquier segmento que une dos de sus puntos se encuentra en su curva o por encima de ella, por ejemplo: $f(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \leq \lambda f(x_1) + (1 - \lambda)f(x_2); 0 \leq \lambda \leq 1$. Otra manera de definir la convexidad en una función es asegurar que su segunda derivada sea mayor a 0.

En Machine Learning, el *Gradiente* es la primera derivada de la función de pérdida en un punto seleccionado, es decir, la pendiente de una curva en un punto dado y en una dirección determinada. El algoritmo del Gradiente Descendiente comienza a calcular el gradiente de un punto de partida en la función y avanza de forma iterativa a lo largo de ella. El siguiente punto (p_{n+1}) desde la posición actual (p_n) se calcula con ayuda del **hiperparámetro learning rate** (∇): $p_{n+1} = p_n - \eta \nabla f(p_n)$. *Learning rate* controla el tamaño de los pasos que se tomarán a lo largo de las iteraciones y su valor influye mucho en el desempeño final del modelo. Mientras más pequeño el valor, el Gradiente Descendiente tardará más en converger y peligra a que jamás encuentre el punto

óptimo si el número de iteraciones máximas llega antes. Si el valor es demasiado grande, puede que el algoritmo se salte el punto que minimiza a la función o que diverja completamente. Más detalle sobre el significado de un hiperparámetro y su importancia en secciones siguientes.

En resumen, el algoritmo del Gradiente Descendiente pasa por los siguientes puntos:

1. Asegurar que la función a minimizar sea diferenciable y convexa.
2. Elegir un punto de partida y definir el learning rate.
3. Calcular el gradiente para el punto de partida.
4. Tomar el paso escalado en la dirección opuesta del gradiente (si lo que se busca es maximizar, la dirección sería igual a la dirección del gradiente).
5. Repetir los puntos 3 y 4 hasta alcanzar el número máximo de iteraciones.

Ingeniería de variables

Para lograr el objetivo planteado, es decir, clasificar correctamente a las personas que van a cancelar por falta de pago el seguro que adquirieron en los primeros 60 días a partir de la venta, se necesita información histórica de las personas que han adquirido un seguro y el detalle de su póliza en un tiempo determinado. Para realizar el trabajo que se presenta, la empresa Cardif México dio permiso de utilizar distintas bases de datos que cumplen con los requisitos necesarios.

Se utilizaron dos bases de datos para construir el dataset final. La primera base es la información de todas las pólizas vendidas entre enero de 2021 y diciembre de 2021, incluyendo variables como el producto, fecha de venta, estatus de la póliza, prima mensual, prima recolectada, motivo de cancelación y un identificador para fusionarla con la segunda base de datos. La última representa la información de los clientes que adquirieron esas pólizas, incluyendo información demográfica y financiera. Con ambas bases se realizan los primeros y muy importantes pasos del entrenamiento, crear las variables finales con las transformaciones adecuadas con ingeniería de variables y construir la variable resultado o *target*, es decir, la variable que se busca predecir.

Como se describió en la Sección 2, la ingeniería de variables o *feature engineering* es la parte del proceso que

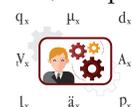
crea, elimina y realiza transformaciones a las variables disponibles con el fin de crear el dataset final y funcional que entrará al entrenamiento y pruebas del modelo. Un ejemplo claro es convertir aquellas variables que son fechas (fecha de venta o fecha de cancelación en caso de detalle de póliza; fecha de nacimiento en caso de detalle del cliente) en nuevas variables más fáciles de interpretar como periodos de tiempo.

Se aplican filtros que ayudan a enfocar, con fines comerciales, al universo de clientes que se desea marcar por el modelo. Los filtros se aplican por variable:

- Edad. Se calcula como la cantidad de años entre la fecha de nacimiento y la fecha de venta. Sólo se le puede vender a clientes entre 18 y 65 años, por lo tanto se excluyen a los clientes que al momento del entrenamiento salgan de este rango de edad. Cualquier dato histórico de algún cliente que esté fuera de este rango es un error de captura de la fecha de nacimiento o de la fecha de venta.
- Antigüedad. Existen errores de captura en la fecha en la que una persona se convirtió en cliente, lo que provoca obtener una antigüedad negativa o demasiado alta, por lo que se retiran estos pocos casos.
- Tipo de persona. Dentro de la información financiera se especifica si el cliente es persona física o moral. Se eliminan del dataset aquellos clientes con carácter moral ya que no se les puede ofrecer los productos de seguro que la aseguradora tiene disponible.
- Nominatarios. Por un tema comercial, no se le ofrecen productos de seguro por telemarketing a los clientes del banco que tengan una cuenta de nómina.

En general, se pueden dividir a las variables en dos grupos, numéricas y categóricas. A su vez, las variables numéricas se dividen en dos grupos: indicadores y no indicadores. Las variables indicadoras, también llamadas *dummy* se construyen y se conforman por valores de 0 o 1 que indican la ausencia o presencia de algo respectivamente. Las variables que no son indicadoras se conforman en su mayoría por valores continuos que llegan a tener varianza alta y escalas amplias, como el saldo al corte en la cuenta de banco, por lo tanto, se aplica la transformación logarítmica $X_i = \ln(X_i + 1)$ cuando X_i es una variable explicativa numérica no indicadora. Esta transformación permite una mejor visualización del comportamiento de X_i .

Muchos algoritmos de Machine Learning no soportan variables categóricas para el entrenamiento, es por



esto que es considerado buena práctica convertirlas a variables numéricas. En este caso, las que existen en este dataset llevan un tratamiento llamado *One-Hot Encoder* u *Ordinal Encoder*, técnicas que convierten valores categóricos a numéricos. Ordinal Encoder sirve para convertir variables cuyos valores tienen un orden jerárquico en particular, por ejemplo, la escolaridad máxima de una persona puede ir desde primaria (1), secundaria (2), bachillerato (3), universidad (4) hasta posgrado (5). Por otro lado, One-Hot Encoder se hace cargo de las variables cuyos valores no tienen jerarquía los unos sobre los otros, como el estado de la república al que pertenece.

Es común enfrentar en el mundo real de los datos bases con información faltante. De ser el caso, la opción es rellenar con valores representativos los espacios vacíos para todas las variables que lo necesiten. Es usual que el valor representativo sea alguna medida descriptiva adecuada, como la media, la mediana o la moda. En este caso, para las variables que describen el dinero que un cliente tiene en su cuenta se llenan los vacíos con la mediana, ya que el promedio no representa de manera adecuada el comportamiento de la población. Las columnas que presentan arriba del 20% de información faltante se eliminan definitivamente del dataset final.

Por último, se creó la variable respuesta o *target*, cuyo propósito es identificar a las personas que tienen la póliza cancelada dentro de los primeros 60 días o menos a partir de la fecha de compra, y que además la aseguradora tenga \$0 MXN de prima recolectada hasta ese momento para dicha póliza. Para crearla se utilizaron las variables de **fecha de venta** y **fecha de cancelación** para conocer el periodo de tiempo, **estatus de póliza** para diferenciar correctamente si una póliza sigue vigente o no y **prima recolectada** para conocer si el asegurado ha realizado los pagos correspondientes. El target de las pólizas que cumplan con las condiciones de cancelación temprana por falta de pago tendrán valor igual a 1, de lo contrario se les asignará 0. Las variables de estatus de póliza y fecha de cancelación son buenos ejemplos de *data leakage*, ya que si entran al modelo sería automático para este determinar si una póliza está cancelada, por lo tanto no deberían entrar al conjunto de entrenamiento final. El target tiene las características que se enlistan a continuación.

- 139,970 observaciones.
- Promedio de 0.227349 en la variable respuesta. Esto

significa que hay un 22.7% de pólizas que se han cancelado dentro de los 60 días del periodo de gracia y que recolectaron \$0 MXN de prima.

- Desviación estándar de 0.419121 en la variable respuesta.

La ingeniería de variables que se aplicó al dataset es la que se muestra en la Tabla 5, misma que ayudará a construir las variables explicativas y target que entrarán al modelo.



Variable	Ingeniería
fec_venta	Se usa con f_alta para calcular una antigüedad del cliente más confiable
d_estatus	Se trata como una variable categórica
d_motivo_can	Se convierte a variable dummy
d_producto	Se convierte a variable dummy
d_canal_venta	Se convierte a variable dummy
m_prima_mensual	Transformación logística
m_prima_cobrada	Se usa con m_prima_mensual para calcular los recibos (prima) cobrados
f_alta	Se usa con fec_venta para calcular una antigüedad del cliente más confiable
edad	Transformación logística
d_estado_civil	Se trata como una variable categórica
d_nivel_estudio	Se trata como una variable categórica
d_actividad_laboral	Se trata como una variable categórica
d_estado	Se convierte a variable dummy
d_segmento	Se convierte a variable dummy
d_genero	Se convierte a variable dummy
m_saldo_m1, m_saldo_m2, ..., m_saldo_m12	Transformación logarítmica
m_saldo_promedio_m1, m_saldo_promedio_m2, ...,	Transformación logarítmica
m_depositos_m1, m_depositos_m2, ..., m_depositos_m12	Transformación logarítmica
tipo_cuenta	Se convierte a variable dummy
antigüedad_tdc	Transformación logarítmica
lim_cred_tdc	Transformación logarítmica
m_saldo_tdc_m1	Transformación logarítmica
m_saldo_promedio_tdc_m1	Transformación logarítmica

Tabla 5 Ingeniería de Variables.



Selección de variables

Si bien la ingeniería de variables proporcionó 56 distintas variables, esto puede significar desventajas como costo computacional, redundancia por alta correlación y pérdida de interpretabilidad. Todo esto le hace complicado al modelo encontrar alguna relación entre las variables. Reducir el número de variables es un paso no necesario pero considerado como buena práctica al tratarse de bases de datos con un número alto de columnas. La meta es disminuir el tamaño de la base conservando dentro del entrenamiento a las variables que aporten la mayor cantidad de información y que preserven la calidad de los datos, ya que en muchos casos, no todas tienen una influencia significativa para el modelo.

Es recomendable previo a utilizar algún método de reducción de variables que implique seguir un algoritmo establecido, eliminar variables por alta correlación. Se puede entrenar una función que calcule la correlación de tu gusto entre todas las variables explicativas que están en el dataset actual y ver cuál es la variable más significativa de aquellas duplas que tengan una correlación alta, por ejemplo, aquellas que superen el 0.75 de correlación, y eliminar aquella que perdió la batalla de significancia. Elegir la más significativa puede ir desde un criterio de interpretabilidad hasta un método de importancia de variables, que se detallará más adelante.

En este trabajo se utilizó la técnica llamada *Backwards Elimination* (eliminación por retroceso) visible en la Figura 13. *Backwards Elimination* no es más que entrenar un modelo con todas las variables disponibles e ir eliminando estratégicamente una a una hasta que todas las variables sobrevivientes se consideren indispensables.

Los pasos que se siguen para implementar *Backwards Elimination* son:

1. El primer paso consiste en seleccionar un valor de significancia o p-value, que representa la probabilidad de llegar al mismo resultado que la hipótesis nula. Es usual que el valor de significancia sea 5%.
2. El segundo paso consiste en entrenar el modelo de Machine Learning, en este caso un Light Gradient Boosting Machine, con todas las variables predictoras. Por ejemplo, se comienza entrenando el modelo con las 56 variables resultantes de la ingeniería de variables.

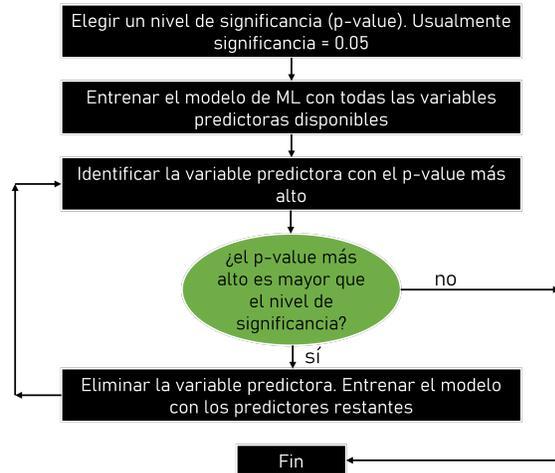


Figura 13 Pasos a seguir para el método de selección de variables *Backwards Elimination*.

3. El tercer paso es el más sencillo: identificar la variable que tenga el p-value más alto.
4. Ya que se identificó la variable a la que le corresponde el p-value más alto, entra una regla de decisión. Si el p-value identificado es mayor a la significancia elegida en el paso 1, la variable será eliminada y se tendrá un nuevo dataset, si el p-value identificado como el más alto es menor a la significancia elegida en el paso 1, saltamos al paso 6.
5. Se entrena el modelo nuevamente con el nuevo dataset, que debería ser de menor dimensión que el original. Después de ajustar el modelo, se regresa al paso 3 hasta que no se encuentre ninguna variable que tenga un p-value asociado mayor a la significancia.
6. Llegar al paso 6 significa que todas las variables dentro del modelo tienen un p-value asociado menor a la significancia seleccionada del paso 1, entonces, habremos terminado.

Es importante mencionar que los hiperparámetros dentro del modelo LGBM que se corre en los pasos 2 y 5 serán descritos detalladamente más adelante. Existe otro método de reducción en la misma familia llamado *Forward Elimination*, opuesto al anteriormente descrito, se agrega estratégicamente una variable a la vez hasta que no haya un salto importante en el desempeño

del modelo. Para este trabajo se hizo el ejercicio de implementar ambos métodos, sin embargo, se eligió Backwards Elimination como el definitivo a utilizar.

Al terminar Backwards Elimination, el dataset final que entrará al entrenamiento tiene las siguientes variables:

- **m_saldo_m1:** Balance en cuenta de débito del cliente al corte del mes anterior a la venta.
- **m_prima_mensual:** Prima mensual del producto establecido en la póliza de contratación.
- **m_depositos_m1:** Depósitos en la cuenta del cliente al corte del mes anterior a la venta.
- **tiempo_venta:** Antigüedad del cliente al momento de la venta.
- **d_canal_cc:** Variable dummy que indica si la venta se realiza a través del canal telemarketing o no.
- **edad:** Edad del cliente al momento de la venta.
- **d_estado:** Estado de la república donde se realizó el registro del cliente.
- **d_nivel_estudio:** Nivel académico del cliente.

La Figura 14 ilustra la distribución del volumen de cada variable que entró al modelo.

Subconjuntos de entrenamiento, prueba & validación.

Como se mencionó en el paso 8 de la Sección 2, en general, para entrenar un modelo de ML se debe dividir el conjunto de datos en dos subconjuntos o *sets* llamados *train* y *test* (entrenamiento y prueba). Sin embargo, es común que un modelo que ya está desplegado y en funcionamiento presente fallas en el pronóstico con un dataset completamente nuevo ya que el modelo no se valida con un tercer (a veces hasta cuarto) subconjunto de validación, llamado *holdout*.

El *train set* es el subconjunto con mayor proporción de todos y es del cual el modelo reconoce los patrones de los datos y aún más importante, del cual se determinan los parámetros finales. El tamaño del test set abarca usualmente entre el 75 % y 80 % del dataset final ya que la idea es que el modelo aprenda de la mayor cantidad de comportamientos y tendencias de las variables explicativas, es por esto que este subconjunto tiene un impacto tan significativo en el desempeño del modelo.

El *test set* es un subconjunto estrictamente excluyente del train set. Su función es realizar validaciones del desempeño con datos que los parámetros del modelo que se está entrenando no ha enfrentado. En la fase

de entrenamiento se van comparando constantemente las métricas de los train y test sets ya que si éstas son considerablemente diferentes, es necesario realizar ajustes a los hiperparámetros, o en este caso, nuevas combinaciones para la función de búsqueda de red, descrita más adelante.

Por último, el *holdout set* es el conjunto de evaluación final cuyo propósito es determinar el desempeño del modelo cuando esté totalmente entrenado y optimizado. La importancia de tener un holdout set recae en asegurar que no exista el sobre ajuste en el modelo y estimar su funcionamiento cuando llegue a producción.

Dividir el dataset.

Para crear los subconjuntos descritos previamente se divide al dataset final de forma aleatoria con el tamaño deseado, sin embargo, el comportamiento del target de cancelación temprana por falta de pago es diferente para cada mes (Figura 15), por tanto, si se divide de forma aleatoria es posible que la proporción del target (variable objetivo) difiera significativamente entre subconjuntos.

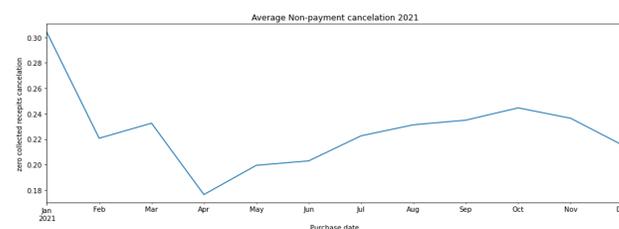
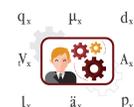


Figura 15 Comportamiento de la variable objetivo o target a lo largo de 2021.

Esto significa que, por ejemplo, si se pone en producción el modelo en el mes de febrero, para cuando llegue octubre de ese año su desempeño tendrá una valiosa pérdida ya que no se está tomando en cuenta el cambio del target a través del tiempo. Para lograr capturar de forma correcta la conducta de cancelación temprana por falta de pago se utiliza la estrategia llamada validación *Out-of-time*: dividir el dataset con base en la fecha de la cancelación y no aleatoriamente. De esta manera se parte la base en periodos de tiempo pero siempre cuidando que el promedio del target sea lo más parecido posible entre los subconjuntos o sets y respetando el tamaño especialmente del train set. La división queda como se ve en la Figura 16.



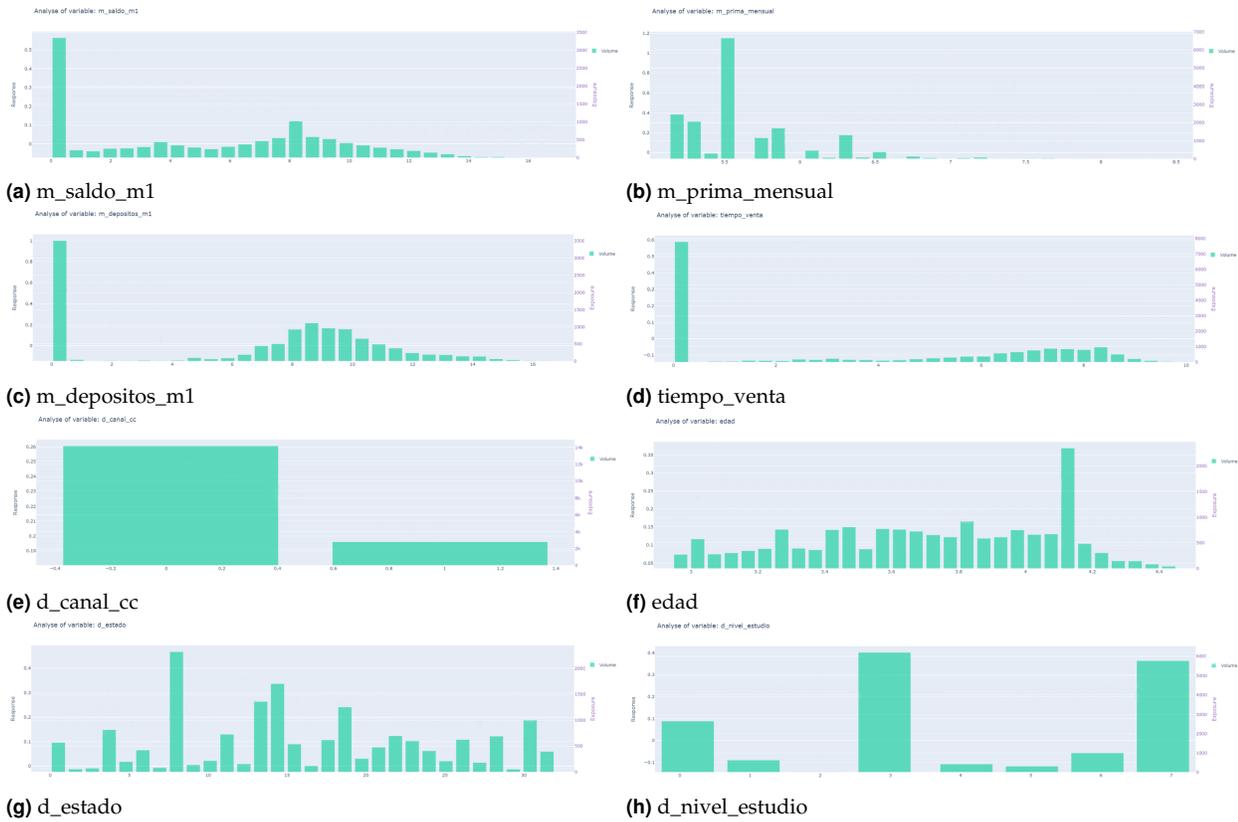


Figura 14 Distribución de las variables finales.

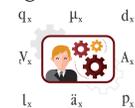


Figura 16 Diagrama de estrategia de división.

Con los nuevos train, test y holdout sets es que se entrenarán los modelos de la Sección 3.

Definición de modelos de referencia

Además de comprobar que el modelo a utilizar tiene un buen rendimiento, es necesario compararlo con otro tipo de algoritmos para demostrar que la elección final, en este caso un LGBM, es aquella que describe mejor el fenómeno. Esto se logra ajustando cada uno de los siguientes modelos con el dataset final.



Modelo dummy El modelo dummy se basa en una estrategia de probabilidades completamente aleatorias. Se utiliza ya que idealmente no se puede entrenar un *poor* modelo que este. Aquí las probabilidades se muestrean a partir de una distribución uniforme continua $U(0, 1)$. Para la predicción, la clasificación es igual a 1 si $P(Y = 1) = P(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\}) > threshold$, donde *threshold* se calibra durante el entrenamiento dada la tasa de aceptación de la muestra.

Modelo base El modelo base será una Regresión Logística estándar, ésta pertenece a la familia de Modelos Lineales Generalizados que utiliza la función *logit* como función de enlace, esto se traduce a:

$$\ln \left(\frac{P(Y = 1)}{P(Y = 0)} \right) = \beta X^R$$

Donde $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_R)^T$ es el vector de parámetros para las R variables explicativas del espacio X^R . Queda implícito que X^R incluye un vector de unos para acomodar el parámetro β_0 , tal que X^R tiene longitud $R + 1$.

El modelo base predice un número entre 0 y 1, donde la clasificación final será igual a 1 si $P(Y = 1) = P(\{\text{Cancelación por Falta de Pago}\}) > \text{threshold}$, donde threshold se calibra durante el entrenamiento dada la tasa de aceptación de la muestra.

Modelo operacional: LGBM Como se describió en la Sección 3, LGBM es un algoritmo de boosteo basado en árboles diseñado para ser rápido, eficiente y preciso, y cuya optimización se basa en crecer estratégicamente cada árbol por hoja. Es reproducible y utiliza la menor memoria posible, lo que lo hace un verdadero competidor en el mercado actualmente.

En un modelo estadístico paramétrico, los parámetros son variables que acompañan a cada variable y cuyo valor se estima de acuerdo a la muestra de datos que se está utilizando para entrenar un modelo. Estos valores le dan un peso numérico o ponderación a cada variable en la predicción final. Es importante remarcar que la persona que entrena un modelo NO establece manualmente el valor de los parámetros, el algoritmo los encuentra a través de su proceso de optimización. Por ejemplo, en la regresión logística del modelo base, cada elemento del vector de parámetros que acompaña a una y sólo una variable explicativa fue estimado de acuerdo a la información del dataset final.

Existen otras variables que comparten un nombre similar, sin embargo no comparten definición similar: los **hiperparámetros**. A diferencia de los parámetros, los hiperparámetros son valores que la persona encargada de ajustar el modelo debe establecer puntualmente, y su función es detallar configuraciones con respecto al proceso de optimización del algoritmo. El valor óptimo de los hiperparámetros no se puede conocer a priori y definirlos es usualmente una etapa del entrenamiento tardada ya que corresponde probar combinaciones de hiperparámetros mediante prueba y error, donde es común en la práctica comenzar con combinaciones que han funcionado en el pasado para problemas similares. Por ejemplo, para el modelo operacional, los hiperparámetros describirán la profundidad máxima de los árboles o el número de hojas que deberán tener. Para encontrar los hiperparámetros se

utilizó la técnica de prueba y error, además de auxiliarse programando una función conocida como *grid search* (búsqueda de red), la cual toma como entrada diferentes cantidades para diferentes hiperparámetros y entrena un modelo por cada combinación posible de hiperparámetros. Además, para cada combinación se guarda el resultado de las métricas resultantes. Cada métrica descrita en la Sección 2 mide diferentes cosas, y es de acuerdo al objetivo del problema que se selecciona una o más para basarse y observar detenidamente, y así es como se elige el modelo final con los hiperparámetros óptimos para el fenómeno a pronosticar. Los hiperparámetros finales seleccionados aparecen en la Tabla 6.

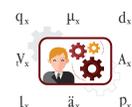
Hiperparámetro	Valor	Función
learning_rate	0.05	Tasa de aprendizaje del boosteo
max_depth	-1	Número máximo de niveles de cada árbol
n_estimators	248	Número de árboles a entrenar
num_leaves	100	Número máximo de hojas en cada árbol

■ **Tabla 6** Hiperparámetros del modelo LGBM final.

Métricas de desempeño En la Tabla 7 está la métrica LogLoss, la cual mide qué tan alejadas están las predicciones de las respuestas verdaderas y el AUC Score, que mide el área bajo la curva ROC (Sección 2) para los tres modelos de referencia y sus respectivos subconjuntos.

De acuerdo a las definiciones de estas dos métricas, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo dummy tiene el LogLoss más alejado al cero de los tres, lo que significa que las predicciones son las más alejadas a la realidad del dataset final. Así mismo, el AUC Score tiene como valor 0.5 en todos los subconjuntos, su interpretación recae en la aleatoriedad del modelo, ya que por su naturaleza, asignar una predicción final correcta a cada observación es como lanzar una moneda al aire.



Modelo	Algoritmo	Set	LogLoss	AUC Score
Operacional	LGBM	Train	0.406	0.805
Base	RegLog	Train	0.676	0.614
Dummy	Aleatorio	Train	22.974	0.5
Operacional	LGBM	Test	0.437	0.804
Base	RegLog	Test	0.645	0.633
Dummy	Aleatorio	Test	22.21	0.506
Operacional	LGBM	Holdout	0.435	0.774
Base	RegLog	Holdout	0.662	0.632
Dummy	Aleatorio	Holdout	22.724	0.507

■ **Tabla 7** Métricas de desempeño.

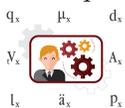
- El modelo base es significativamente mejor que el anterior descrito, incluso tiene un LogLoss menor a 1, sin embargo, el AUC Score es en promedio 0.626, la cual no es muy alejado a un resultado completamente aleatorio, esto deja una ventana de mejora en el poder de predicción.
- El modelo operacional tiene un LogLoss en promedio menor a 1 y menor a cualquier otro de los modelos, lo que significa que sus predicciones son confiablemente parecidas a la realidad del dataset. Además, el AUC Score es en promedio de 0.794, en la práctica este valor se le considera suficientemente bueno y se puede considerar que el poder de predicción del modelo operacional es certero.

Para los tres modelos en general, las métricas son semejantes entre subconjuntos, por lo que se puede deducir que no existe sobre-ajuste o sub-ajuste en el entrenamiento. Después de la interpretación de las métricas es correcto decir que el modelo operacional, que consiste en un algoritmo *Light Gradient Boosting Machine* es el que describe mejor el fenómeno.

4. EL DESEMPEÑO DEL MODELO OPERACIONAL

El umbral de decisión

Para este momento, ya se ha expresado la importancia del valor del *threshold*. Este umbral determina a los registros que tendrán una etiqueta final igual a 1, es decir, aquellos que se excluirán de las campañas de



venta, o en caso contrario, etiqueta final 0. Gracias a que este valor toma la decisión final de la estrategia de ventas, no debería tomarse a la ligera. Para comenzar a definirlo se puede proponer algún escenario inicial, sin embargo, lo recomendable es jugar con varios escenarios y elegir el que más se apegue a la necesidad de negocio. Como herramienta para definir el mejor valor se construye para cada escenario distinto su matriz de confusión correspondiente para observar la distribución de predicciones correctas contra las incorrectas.

Como primer ejercicio se programó una función que elige el *threshold* optimizando los valores de la matriz de confusión. Pese a que en la teoría suena a la opción ideal, no hay que dejar de lado la sensibilidad humana ya que las máquinas dejan de lado consideraciones de negocio por anteponer las operaciones matemáticas. En la Figura 17 se muestra la matriz de confusión para el *threshold* que el modelo considera óptimo. Si bien las instancias predichas correctamente ascienden casi al 73%, los registros predichos incorrectamente representan más del 27% de las predicciones totales, por lo tanto, lo más adecuado será conocer nuevos escenarios. Viendo con especial detalle a la clasificación 'Falso Negativo', se puede concluir que en este escenario al rededor del 20% de los registros tendrán una etiqueta final igual a 0 cuando su comportamiento verdadero es el opuesto, es decir, son personas que de acuerdo al modelo sí pagarán al menos un recibo cuando en realidad caerán en el impago los

primeros 60 días.

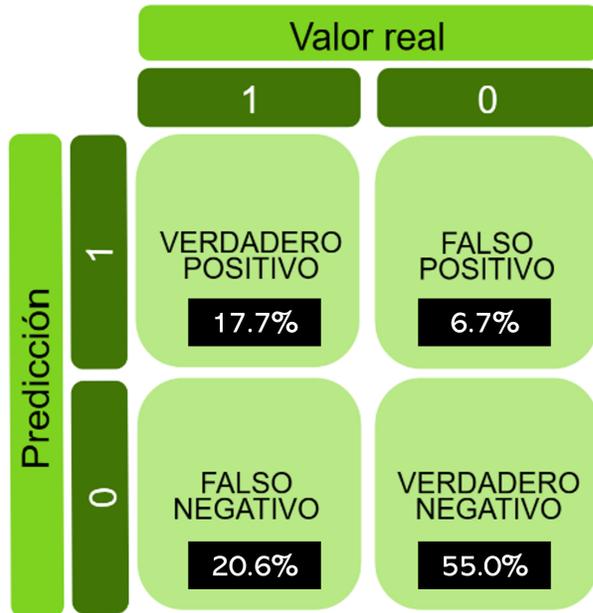


Figura 17 Matriz de confusión para Threshold Óptimo con valor **0.2125** para el Test set.

La iniciativa que se desarrolló para este trabajo es igualar el threshold a la media de la variable respuesta de todo el conjunto de datos, es decir, **0.22734**. A partir del threshold igual a la media, éste se fue incrementando y decrementando por pequeñas decimas en cada paso donde se encontró que una tendencia más conservadora disminuye la proporción de predicciones erróneas. Al final, dos escenarios fueron los últimos competidores para llevarse el título de *Threshold Final*.

En la Figura 18 está el escenario para el threshold con valor **0.31**, donde se llega a una población correctamente predicha del 78.4 %, además, los registros ‘Falsos Negativos’ bajan al 11.5 %. El escenario del threshold con valor **0.40** (Figura 19) cuenta con el 80.5 % de predicciones correctas y la proporción de ‘Falsos Negativos’ se encuentra en aproximadamente un 7 %. Para elegir el escenario final se tomó mucho en cuenta la proporción de etiquetas ‘Falsas Negativas’, ya que su presencia afecta directamente a la problemática que se quiere erradicar. Por lo tanto, para las métricas de desempeño, gráficas, análisis e implementación se define el threshold más conservador igual

a 0.40.

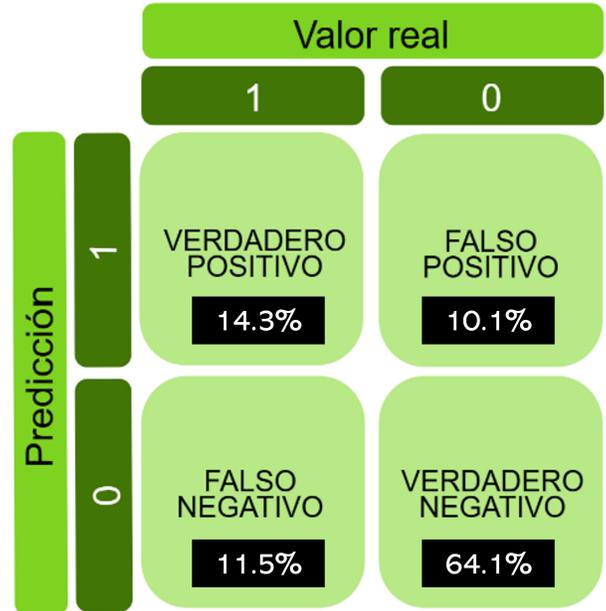


Figura 18 Matriz de confusión para Threshold con valor **0.31** para el Test set.

Métricas de desempeño

En la Tabla 8 están las métricas que se describieron en la Sección 2 para el subconjunto holdout del modelo operacional.

Métrica	Valor
Precision	0.87
Recall	0.83
F1 Score	0.85
Accuracy	0.78
AUC Score	0.774
LogLoss	0.435

Tabla 8 Métricas de desempeño del modelo operacional-holdout.

Recordando la definición de las etiquetas finales, una



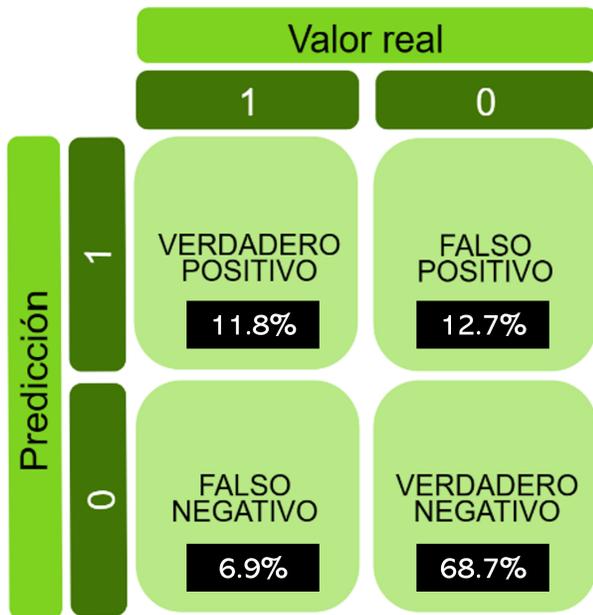
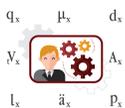


Figura 19 Matriz de confusión para Threshold con valor 0.40 para el Test set.

predicción positiva (1) se entiende como que el registro no pagará al menos 1 recibo de su póliza, mientras que una predicción negativa (0) se refiere a aquellos registros que pagarán al menos 1 recibo de su póliza, según el modelo. Bajo la descripción de cada una de las medidas y su interpretación, podemos concluir lo siguiente:

- El modelo operacional tiene 0.87 de precisión, es decir, el 87 % de las predicciones etiquetadas como positivas son correctas (verdaderas).
- El modelo operacional tiene 0.83 de recall, es decir, el 83 % de las instancias positivas fueron pronosticadas acertadamente.
- El modelo operacional tiene 0.85 de F1 Score, lo que significa que de manera general las predicciones están siendo pronosticadas correctamente.
- El modelo operacional tiene 0.78 de accuracy, entonces, el 78 % de las predicciones totales son correctas (verdaderas). El accuracy disminuye a comparación del promedio de las tres métricas anteriores ya que toma en cuenta aciertos y errores en general, sin embargo, sigue siendo una medida considerada como suficiente.
- En la Sección 3 se describe por qué el LogLoss y AUC



del modelo operacional son óptimos.

Definiendo una métrica de evaluación

A pesar de que todas las métricas tienen su importancia y dan información acerca de la calidad del modelo, es adecuado vigilar una o dos métricas en específico cuya definición se ajuste a la necesidad de negocio del modelo. Por ejemplo, en este caso, se prestó especial atención a Recall y AUC Score. Recordando la definición de Recall:

$$\text{Recall} = \frac{\text{Verdadero Positivo}}{\text{Verdadero Positivo} + \text{Falso Negativo}}$$

Para el modelo de cancelación temprana por falta de pago, una predicción 'Verdadera Positiva' corresponde a una instancia cuya etiqueta final hace referencia a un registro que no pagará al menos un recibo y que además, está etiquetada correctamente. De igual forma, la predicción 'Falsa Negativa' corresponde a una instancia cuya etiqueta final hace referencia a un registro que sí pagará al menos un recibo pero está etiquetada erróneamente, es decir, es una persona que podrá entrar a las campañas de venta ya que el modelo piensa que sí pagará su póliza cuando su verdadero comportamiento será el opuesto.

Es necesario recalcar la importancia del término del *threshold* y el output del modelo. El output del modelo es una probabilidad, mientras que el threshold es el umbral que determinará si esa probabilidad es lo suficientemente alta para ser etiquetada finalmente como 1 o no, es decir, 0. El threshold juega un papel muy importante, ya que la distribución de la matriz de confusión cambiará según el valor elegido. Minimizar la cantidad de predicciones Falsas Negativas es clave para el objetivo al que se quiere llegar, ya que estas predicciones serán aquellas que el modelo considere que sí pagarán al menos su primer recibo cuando no es verdad, por lo que se les aplicará el esfuerzo de venta, costos de emisión y gastos administrativos a clientes que, según las instancias, terminarán su contrato sin haber pagado un sólo recibo. El 83 % de Recall es una medida prometedora ante esta problemática.

Se presenta una buena oportunidad para diferenciar de forma ilustrativa la métrica de Recall contra la métrica Precision. En el ejemplo que se trabaja, Precision analiza a las predicciones Verdaderas Positivas (no pagará al menos un recibo etiquetada correctamente) en relación a las predicciones Verdaderas Positivas

más las Falsas Positivas (no pagará al menos un recibo etiquetada incorrectamente), es decir, en relación a todas las instancias cuya predicción tiene etiqueta final igual a 1. Si el número de predicciones Falsas Positivas crece demasiado, se le estaría excluyendo ofertas de productos de seguro a muchos clientes que en realidad sí pagarían al menos 1 recibo. Como se menciona anteriormente, todas las métricas deben estar en consideración para que las exclusiones de la campaña de venta sean en su gran mayoría a los clientes que caerán en el impago dentro de los primeros 60 días a partir de la venta, sin embargo, el Recall se considera como la métrica más importante ya que la pérdida monetaria sería mayor si ésta se descuida.

Como se describe en secciones anteriores, el AUC no existe sin la Curva ROC, que recordando, es la forma de representar gráficamente la relación de las predicciones correctas y erróneas. El Área Bajo la Curva tiene un valor de 77.4%, y la Curva ROC asociada se ve como en la Figura 20. La curva está suficientemente separada de la línea identidad, la cual traza el comportamiento de un modelo completamente aleatorio, además, se acerca con claridad al extremo superior izquierdo.

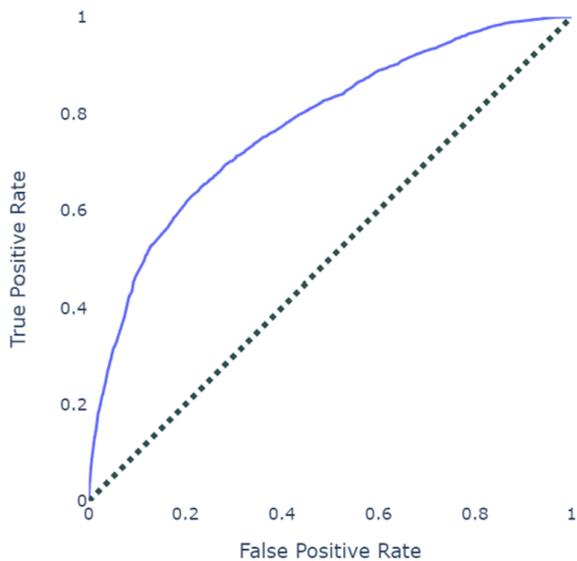


Figura 20 Curva ROC del modelo operacional en el Holdout set.

Otras herramientas de visualización de desempeño

Hasta ahora, hemos hablado de métricas que únicamente toman en cuenta la proporción de población que cae en cualquiera de las cuatro segmentaciones que ofrece una matriz de confusión, aunque son medidas necesarias para una comparación temprana entre modelos y desempeño general, existen más herramientas que permiten ampliar el panorama de desempeño. Para este análisis, se utiliza la gráfica llamada *Lift Curve*, con ella, podemos conocer una representación del rendimiento del modelo ilustrando cómo varía el desempeño a medida que el threshold o umbral disminuye o aumenta. Para trazarla hay que calcular el porcentaje de resultados positivos que predice el modelo para cada valor del threshold. Este porcentaje es el que vive en el eje *y*, mientras que los valores del threshold viven en el eje *x*. Para la Lift Curve que se presenta en este trabajo se agrega la línea de las observaciones reales, la cual permite ver una comparación entre la predicción y el valor real a través de una gran cantidad de escenarios.

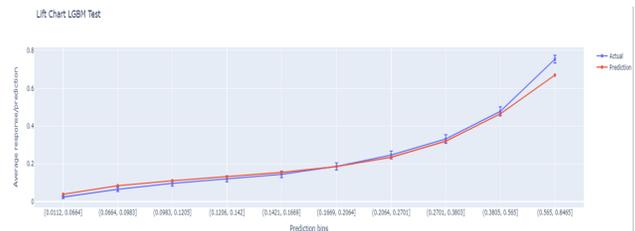


Figura 21 Lift Chart del Test set.

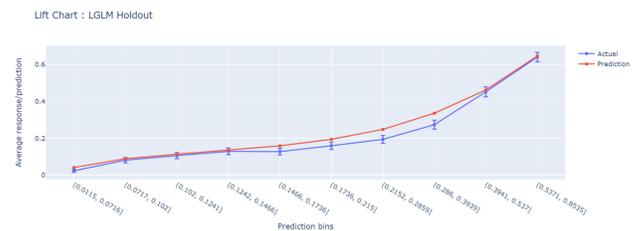


Figura 22 Lift Chart del Holdout set.

De las Figuras 21 y 22 se aprecia que hay un buen ajuste a lo largo de casi todos los escenarios, aunque no llega a una comparación perfecta en algunos puntos gracias al time shift que presenta la tendencia de la variable respuesta en el año 2021. Es común que la Lift Curve de un modelo satisfactorio tenga una forma en



“S.º curvada.

Para un segundo análisis se grafican las probabilidades resultantes del modelo en el eje x contra la distribución de los valores reales de la variable respuesta (0 o 1) en el eje y a la cual llamaremos la gráfica de *Distribución de probabilidad*. Si el modelo operacional fuera perfecto y tomando en cuenta que el threshold final fue de 0.4 las barras azules deberían estar todas separadas del lado izquierdo de la probabilidad 0.4, dejando a todas las barras naranjas del lado derecho, sin embargo, un modelo perfecto no existe y la gráfica de la Figura 23 lo comprueba. En la Figura 19 y a lo largo de la Sección 4 podemos ver que en general, el modelo tiene un mejor rendimiento para identificar aquellas observaciones que sí pagarán al menos un recibo, y este comportamiento se puede confirmar en la gráfica de distribución de probabilidad, ya que la variable respuesta igual a 0 se concentra en su mayoría en las probabilidades más bajas de la predicción, mientras que la variable respuesta igual a 1 está distribuida de una manera mucho más uniforme a lo largo de las probabilidades. Con esto podemos reforzar el darle especial atención a las predicciones ‘Falsas Positivas’ y ‘Falsas Negativas’.

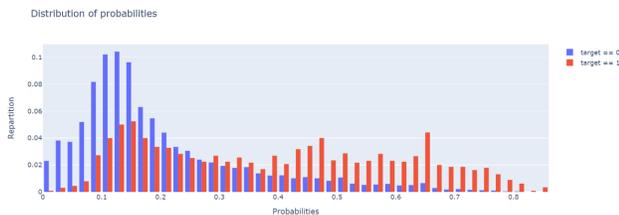


Figura 23 Distribución de probabilidades en el Holdout set.

Las variables

Al utilizar un modelo de Machine Learning es inherente que el desarrollador presente la explicación a las partes interesadas la manera en que se tomó la decisión más allá de los cálculos matemáticos. Seguir profundizando en el diagnóstico de un modelo significa entender la data subyacente que lo hace ser, es intentar contestar las preguntas: *¿Qué le importa más al modelo y cómo llegó a ser tan importante?*

No se puede negar que la función principal de las variables es explicar un fenómeno para llegar a aquel pro-



nóstico que se acerque más a la realidad, pero un modelo predictivo se puede apreciar aún más si es interpretable. En este caso, además de saber qué personas caerán en impago, también es importante saber cuáles variables son críticas en predecir dicho comportamiento.

Importancia de variables

La importancia de las variables o *feature importance* engloba una serie de métodos que dan pista a lo que dice la participación de alguna variable específica sobre la predicción.

La importancia de variable se calcula como la disminución de la impureza de un nodo ponderada por la probabilidad de alcanzar ese nodo. La probabilidad de alcanzar el nodo se calcula con una probabilidad simple de frecuencia, es decir, dividiendo el número de muestras que caen en el nodo sobre el número total de muestra. En la Sección 2 se definió al índice de Gini como la forma de medir la impureza de un nodo para los árboles de decisión, entonces, la importancia de variable para cada una se calcula como:

$$f_i = \frac{\sum_{j:\text{nodo } j \text{ se parte a partir de la variable } i} G_j}{\sum_{k \in \text{todos los nodos}} G_k} \quad (18)$$

Donde f_i es la importancia de la variable i y G_j es el índice de Gini de la variable j . La importancia de variable para cada una de las variables se normaliza a un valor entre 0 y 1:

$$\text{norm}f_i = \frac{f_i}{\sum_{j \in \text{todas las variables}} f_j} \quad (19)$$

Feature Importance final para cada variable es el promedio de la importancia escalada obtenida para cada árbol que se ajusta en el proceso de optimización, por lo tanto:

$$FI_i = \frac{\sum_{j \in \text{todos los árboles}} \text{norm}f_{ij}}{T} \quad (20)$$

Donde FI_i es el cálculo final de Feature Importance de la variable i resultante de todos los árboles que se ajustaron, en este caso, con el método de ensamblaje boosting, $\text{norm}f_{ij}$ es la importancia de variable normalizada y T el número total de árboles.

Los cálculos los hará la computadora, la interpretación viene del análisis de la persona que está ajustando el modelo. De la Figura 24 se puede deducir que la

información financiera, como el saldo y los depósitos de la cuenta principal tienen un impacto muy grande en el rendimiento, ya que detallan la capacidad de pago del cliente. Otra variable importante es el valor de la prima mensual, que puede vincularse fácilmente al producto ofrecido al cliente. Por último, un impacto muy similar se distribuye entre las demás características.

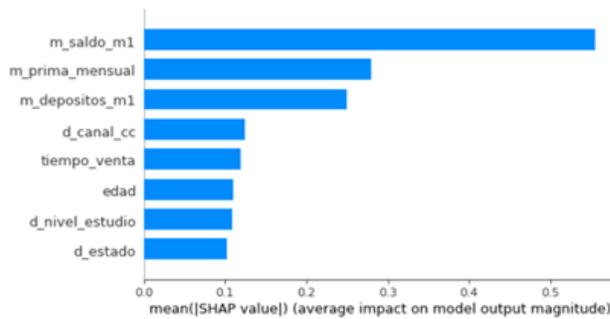


Figura 24 Feature Importance de las variables explicativas del LGBM.

SHapley Additive exPlanations (SHAP)

Ayudando a alcanzar la misión de dar a las variables que conforman al modelo un propósito de negocio, se describirá el método *SHAP* como un estelar, el cual utiliza la **Teoría de Juegos**.

Para obtener el SHAP de una variable se hace sobre un subconjunto específico, después de numerosas simulaciones se calcula el error de las predicciones del modelo utilizando el subconjunto retirando la variable a estudiar. Finalmente, el valor resultante del error en las predicciones se pondera por la probabilidad de obtener aleatoriamente el subconjunto de variables que entraron a la simulación (el último valor está profundamente relacionado con el número de variables totales del modelo y el número de variables que conforman el subconjunto). En un enunciado, el SHAP es la contribución marginal promedio de una variable a través de todos los subconjuntos posibles. Para un modelo de regresión, la contribución marginal es la reducción en el error de la predicción, y para un modelo de clasificación, es el aumento de la probabilidad. El valor SHAP de todas las variables cumplen con las siguientes propiedades:

- **Dummy:** Si una variable i no contribuye para ninguna simulación, $SHAP_i = 0$.
- **Sustituibilidad:** Si dos variables i y j contribuyen de la misma manera a los largo de las simulaciones, $SHAP_i = SHAP_j$.
- **Aditividad:** Si el modelo M es el resultado del ensamblaje de k submodelos, como es el caso del modelo del trabajo presentado, las contribuciones de una variable i para el modelo M es la suma de las contribuciones de i para los submodelos k , $\sum_i^M = \sum_{n=i}^k SHAP_n^j$.
- **Eficiencia:** el SHAP de todas las variables es igual a la suma de la diferencia entre las predicciones y los valores esperados.

Para interpretar los valores SHAP de las variables es necesaria una visualización. Una posibilidad que el método de SHAP brinda es una gráfica de barras similar a la de la Sección 4, la cual no se mostrará ya que la interpretación es también es análoga. La siguiente opción es una poderosa visualización de gráfica cascada.

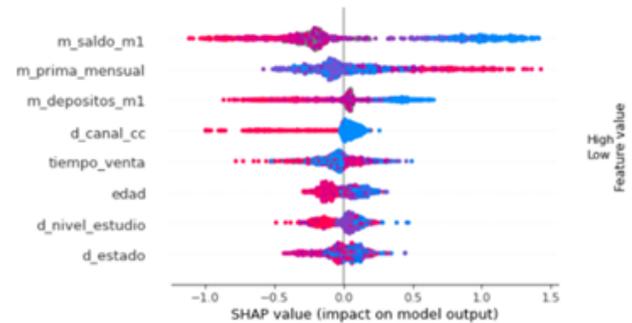
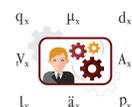


Figura 25 Feature Importance de las variables explicativas del LGBM.

La bondad de la gráfica de la Figura 25 es que la distribución misma de la variable se puede ver reflejada en la importancia. El extremo de valores para cada variable se ilustra con rojo para los máximos y azules para los mínimos. Se había establecido que las variables financieras como saldo y depósitos tienen gran importancia en el modelo, sin embargo, el SHAP complementa el análisis reflejando que mientras el valor de los saldos y depósitos sean menores, la predicción se acercará a la cancelación por impago cada vez más. Así mismo, la probabilidad de que el clasificador asigne una etiqueta de caer en impago es mayor si el costo de la prima mensual aumenta.



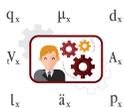
La ventaja que SHAP tiene sobre Feature Importance se puede ver en la variable de la edad, en un principio, en la gráfica de importancia de variable parece no ser de gran valor y no es hasta que se obtiene el SHAP que se llega a la conclusión que las personas más jóvenes son las más propensas a caer en impago y por consiguiente, en cancelación de su póliza.

Análisis univariado

Para terminar de vender el modelo a futuros clientes el análisis univariado será una buena forma de hacerlo, ya que se agrupan los datos por una sola variable y se buscan patrones en ellos de una forma sencilla.

Se trata de una gráfica donde el eje x denota el rango de valores que toma una variable, las barras su correspondiente distribución, el eje y contiene el rango que toma la predicción, es decir, el rango que va de 0 a 1, la línea roja representa la predicción del modelo y la línea azul representa el valor real de la respuesta. Con el análisis univariado no solo se aprecia el comportamiento de la predicción y el valor real bajo un único ángulo, también es un tipo de métrica para juzgar el desempeño del modelo, ya que se busca que la línea azul y la línea roja sean cercanas pero no exactamente las mismas. En la Figura 26 hay una gráfica de análisis univariado por característica, donde se puede concluir lo siguiente:

- a) m_saldo_m1 : la probabilidad de cancelación llega a sus valores más altos cuando el saldo previo al mes de la venta es bajo.
- b) $m_prima_mensual$: hay una tendencia que indica que las primas mensuales más caras sufren de mayor cancelación por impago.
- c) $m_depositos_m1$: los depósitos de mayor cantidad reflejan una cancelación por impago menor.
- d) $tiempo_venta$: no hay una tendencia marcada para el comportamiento de la probabilidad de cancelación.
- e) d_canal_cc : pólizas que se colocan desde el canal de telemarketing son menos propensas a cancelarse por impago.
- f) $edad$: exceptuando algunos valores atípicos, los clientes con más edad son los que, en comparación, tienen menor probabilidad de cancelación de póliza.



- g) d_estado : exceptuando algunos estados poco poblados, los estados más densos son los que tienen mayor cancelación, sería interesante comparar la tasa de cancelación contra la tasa de venta a lo largo de la república.

En general, la línea roja de la predicción cae dentro de los intervalos de confianza de la línea azul de valores reales de probabilidad de cancelación, por lo tanto, se suma a la lista de indicios que sugieren que el modelo tiene un ajuste adecuado.

Cierre del desempeño

A lo largo de la Sección 4 se ha mencionado que el modelo es suficientemente confiable, sin embargo, es responsabilidad del desarrollador del modelo especificar las debilidades del mismo para que puedan tomarse en cuenta para cualquier decisión de negocio, por ejemplo, el threshold. La sutileza entre tener un modelo poderosamente predictivo y uno sobreajustado está siempre presente, pues al tener una predicción absolutamente perfecta puede lastimar a la implementación futura, ya que al final tener debilidades significa que hay holgura para tomar algunos riesgos.

Gracias a las visualizaciones hasta ahora presentadas, en especial las gráficas del Lift Curve (Figura 21 y 22) y la distribución de la probabilidad (Figura 23), se sabe que el modelo tiene algunas dificultades para clasificar correctamente las probabilidades más altas en el subconjunto test. Por otro lado, en el conjunto holdout, las probabilidades más bajas y más altas se ajustan bien a la predicción del modelo, aunque entre los intervalos de probabilidad (0.1465, 0.1735] y (0.285, 0.3939] el valor de la predicción es notablemente superior al real. Esto se traduce a un modelo con tintes conservadores pero funcional. De cualquier forma, siempre será necesario implementar un monitorio constante paralelo a la productivización del modelo.

Dado que el modelo operacional es un LGBM, puede aplicarse con variables explicativas con valores ausentes o no vistos. Como el algoritmo LGBM es un modelo basado en árboles de decisión, la extrapolación consistirá en variables numéricas planas, por lo que una preocupación podría ser si este comportamiento es aceptable o no. Si se trata de una observación ajena a las muestras train, test o holdout, no supondría una gran preocupación, ya que se instala una transformación de datos a gran escala que buscará homogeneizar cualquier



Figura 26 Análisis univariado de las variables finales.

registro que requiera ser etiquetado. Si se produce un desplazamiento por estacionalidad en la distribución de todos los puntos de datos y además, la relación entre las variables numéricas no es monótona, sería necesario recalibrar el modelo. En cambio, si el desplazamiento es monótono para todas las variables, no plantearía ningún problema. En general, una hipótesis de colas pesadas monótonas se manejará en una primera implementación.

Los cambios imprevistos o aislados en los valores de las variables explicativas se tratarán como en el ajuste original y los datos faltantes se convertirán en un valor fijo que el algoritmo podrá colocar con facilidad dentro de la optimización. Si los cambios son importantes y las adiciones de nuevas categorías son significativas para el conjunto de la muestra será necesario un seguimiento adicional.

5. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

Aunque todo el proceso descrito hasta ahora le resultara tan valioso a alguna aseguradora que quisiera implementarlo en sus canales de venta, hacerlo manual cada vez que se requieran de sus resultados podría implicar inconvenientes por errores ajenos al desempeño del modelo, por ejemplo, equivocaciones humanas en la ingeniería de variables o alteraciones significativas en la predicción. Para garantizar que todo el proceso sea consistente, se lleve a cabo con fluidez, de manera periódica, y promover resultados similares cada vez que comienza la planeación de una nueva campaña de ventas mensual, se introduce el concepto de *Pipeline*.

Ciclo de vida de un modelo (*Pipeline*)

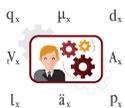
El pipeline es una serie de herramientas y procesos cuyo objetivo es tomar datos brutos y devolverlos con un



formato en específico. La definición general es ambigua ya que esas herramientas y procesos varían de acuerdo a la aplicación, por ejemplo, en un marco de negocio, el pipeline tomaría los datos de venta y cancelación derivadas del modelo para entregar un reporte con los indicadores clave de desempeño para monitorear la influencia en datos reales que representan ganancias y pérdidas monetarias. Indicadores aterrizados a este ejemplo y su importancia se detallarán más adelante.

En ciencia de datos aquellas herramientas y procesos implican pasos complejos y repetitivos, en específico para las tareas de aprendizaje de máquina. Para el trabajo presentado, se auxiliará de Python para programar la automatización de los siguientes pasos:

1. **Obtención de datos:** se trata de la recopilación de los datos a trabajar. Para el modelo de cancelación por falta de pago habría que reunir la información demográfica y financiera de cada cliente, así como su información histórica de adquisición de pólizas.
2. **Depuración:** representa el laborioso paso del feature engineering descrito en la Sección 5, el cual se encarga de escalar, transformar, eliminar duplicados, limpiar, extrapolar, y filtrar la información recibida en el paso 1 para crear el dataset con las variables finales tal cual entrarán al modelo. Por ejemplo, la transformación logarítmica de los saldos para mantenerlos en una escala amigable para la optimización, o en lugar de conservar las fechas de venta, cancelación, estatus de la póliza y la prima recolectada, se construye la variable objetivo. Si el
3. **Modelación:** donde se buscan los patrones en el dataset final por medio de un algoritmo de machine learning. Si el modelo aún no existe, todo el desarrollo puntualizado en la Sección 3 es el que se llevará a cabo. Si el modelo ya está entrenado, la costumbre es utilizar el archivo que contiene todos los parámetros e hiperparámetros para etiquetar a los datos resultantes del paso 2 del pipeline para conservar la homogeneidad de los resultados esperados.
4. **Interpretación:** se trata de declarar el sentido que tiene la información de las métricas de desempeño y cómo están correlacionadas al problema que se quiere atacar. Cuando el modelo existe previamente, este paso puede omitirse.
5. **Revisión:** ya que los datos han sido etiquetados por el modelo final, estos deben ser empleados para la



estrategia de campaña de ventas mensuales. Aunque el objetivo del modelo se haya cumplido al llegar a la puesta en producción, ésta debe continuar con revisiones periódicas para asegurarse de que las secuelas provocadas por el modelo actual sean las esperadas. Para el monitoreo del modelo de cancelación por falta de pago existen indicadores de negocio puntuales que ayudarán a verificar el estado actual del fruto de las predicciones.

Despliegue

El despliegue de un modelo de aprendizaje comienza cuando la etapa del desarrollo llega a su fin y sus resultados estén disponibles para una empresa, en este caso una aseguradora interesada en que las pólizas que vende mes a mes se mantengan vigentes y con pagos puntuales cada vez más tiempo. Llevar la utilidad de las predicciones del modelo al mundo real necesita el mismo cuidado que cuando fue entrenado, ya que una estrategia oportuna puede hacer la diferencia en los resultados obtenidos. Gracias a herramientas como el Pipeline dicho despliegue puede ser un proceso fluido en donde se recibirán un conjunto específico de datos y rápidamente serán devueltos con la etiqueta que sus características le hayan designado.

Pero ahora, ¿cómo se conforma ese conjunto específico de datos? A lo largo de este trabajo se ha mencionado más de una vez que el modelo entrenado servirá para una campaña de ventas sin describir lo que es: una implementación de acciones organizadas que en conjunto se dirigen a un cliente para ofrecerle un producto. Si la planeación de la implementación es buena, aquellos clientes serán los más propensos a aceptar la oferta. Es claro que el objetivo del modelo no se trata de encontrar a aquellos clientes proclives a adquirir una póliza de seguro durante la campaña de venta, el objetivo del modelo será acotar la lista de clientes para que no sólo se tome en cuenta su inclinación a la compra, sino también su probabilidad de impago durante 60 días que lleva a la cancelación de la póliza sin haber recibido cobrado un sólo peso.

Recordando que en la Sección 4 se definió al threshold más conservador como el final, con un valor de 0.40. Quiere decir que aquellas predicciones que tengan una probabilidad de caer impago menores al threshold se les designará la etiqueta final igual a 0, en otro caso, la etiqueta final será 1. Al final del despliegue entonces se priorizará a que entren a la campaña de venta a las personas que recibieron etiqueta final 0, teniendo siempre en cuenta

que podrán existir errores de acuerdo a las métricas.



Figura 27 Decisión final de acuerdo al threshold seleccionado.

El escenario para el despliegue supone una cartera de 100,000 clientes aptos para entrar a la campaña de ventas donde se repartirá aleatoriamente el 80 % a campaña por telemarketing y el restante a venta desde la sucursal. La razón detrás de la segmentación se debe a que el 20 % de la cartera está sujeta a que el cliente vaya física y voluntariamente a una sede para que la oferta pueda ser ejecutada, además, durante el análisis del desempeño del modelo se determina que la venta por telemarketing es menos propensa a caer en impago, por lo tanto, si este porcentaje incrementa puede verse reflejado de manera negativa tanto en los objetivos de venta mensuales como en el impago de las pólizas que sí logren colocarse en el periodo. Considerando que el 100 % de la cartera de clientes entre al input del pipeline, al rededor de 40,000 clientes tendrán una etiqueta igual a cero, entonces, si se recorta dramáticamente la campaña de ventas únicamente a estos clientes y suponiendo que se tiene una proyección del 35 % de colocación, aproximadamente 14,000 pólizas vendidas contarán con el pago de al menos la primera mensualidad. Definir este número como satisfactorio o lo opuesto depende de la meta de la empresa, sin embargo, el recorte dramático implica de entrada una disminución directa sobre las ventas totales y la nula participación de aquellos clientes que fueron etiquetados con probabilidad alta de cancelación cuando puede que no se comporten así en un escenario real (llamados falsos positivos). Una propuesta de implementación es no excluir a los clientes con etiqueta igual a 1 de la campaña, es decir, con probabilidad de cancelación por falta de pago durante los primeros 60 días arriba del threshold y considerar seriamente su valor a través de la campaña. Para marcar una diferencia en el proceso de la campaña de venta entre los dos comportamientos opuestos, se canalizarán a los clientes con las probabilidades más bajas, o menores al threshold, hacia los asesores de venta con la mayor tasa de colocación como un intento de asegurar que la oferta a los los mejores pagadores resulte en una venta *casi* segura, en otras palabras, forzar a que el 35 % de colocación se concentre en su mayoría dentro de los

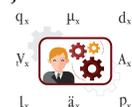
clientes cuya probabilidad de caer en impago es menor al threshold de 0.40 elegido.

A pesar de estar poniendo sobre la mesa estrategias externas al desempeño del modelo para acompañarlo durante la implementación sobre la campaña de ventas, se debe plantear una forma de determinar si la cancelación por falta de pago para los clientes marcados con una probabilidad baja en verdad es menor al compararlos con un grupo de clientes que se comportan de forma opuesta. Para comprobarlo, se expone una estrategia adicional para el despliegue llamada *grupo control*.

Grupo control

Por más que el científico de datos o el grupo de compradores estén seguros que el modelo será confiable, es muy riesgoso desplegarlo sobre la completitud del universo de clientes desde la primera implementación, y en este caso en especial porque los resultados tangentes del mismo se verán reflejados hasta después de dos meses de haberse vendido la última póliza en el periodo de campaña de ventas. En el supuesto que este modelo sí llegue a implementarse sobre la completitud de los clientes que entrarán a la campaña de ventas y que además, existan graves errores por cualquier causa (del modelo, error operacional, error humano), las consecuencias serán graves. Para mitigar riesgos como este se incluye el grupo control dentro de la implementación.

Dentro de un experimento o estudio clínico, aplicar la estrategia del grupo control es una forma de medir cómo se comportan dos grupos distintos de pacientes: los que reciben el tratamiento en estudio y los que reciben un placebo. A todos los pacientes se les informa que recibirán el mismo tratamiento y se espera que en general y pasando un periodo de tiempo determinado, aquellos que sí recibieron el tratamiento real tengan resultados distintos al grupo de pacientes que se les aplica el placebo. Traducido a la ciencia de datos, el grupo control partícipe en el despliegue de un modelo predictivo se trata de elegir un grupo de personas que serán etiquetados con el modelo predictivo y otro que no será etiquetado con el fin de comparar su comportamiento en la variable respuesta y verificar si tener un modelo predictivo en realidad hace la diferencia. El tamaño del grupo control es una decisión de negocio y que está relacionada con lo conservador que se quiera ser dada la primera implementación del modelo pero siempre siguiendo la condición de que ambos grupos deben ser lo más homogéneos posibles, donde la mejor forma de



cumplir dicha condición es asignarlos de forma aleatoria.

En el caso de la campaña de venta en cuestión, se propone que para la primera implementación se cuente con un grupo control del 10%, de ahí por consiguiente, 8,000 clientes serán etiquetados para telemarketing y 2,000 clientes serán etiquetados para sucursal de manera completamente aleatoria. Del mismo modo, a pesar de plantearse que los clientes con las probabilidades más bajas se dirijan a los mejores asesores de venta, a los últimos no se les deberá comunicar de la estrategia para que no existan sesgos externos en su desempeño de colocación de pólizas vendidas y se pueda ver el resultado de la forma más limpia posible.

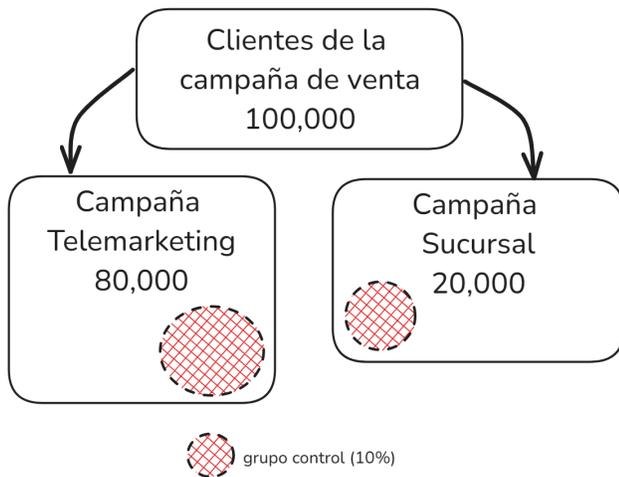
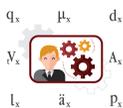


Figura 28 El grupo control dentro de dos los canales de venta.

En la Figura 28 se representa de manera sencilla cómo es que la población se dividirá a lo largo de la implementación del modelo y la presencia del grupo control en ella, respetando las dos grandes particiones del canal de venta. Dada la distinción de canal de venta, se deben ver por separado los resultados de cada uno. Así, considerando que para cada partición existe un grupo control del 10% de su población, el resultado del grupo control de telemarketing (8,000 clientes) se debe comparar con el resultado de los individuos de la campaña de telemarketing que no sean parte de su grupo control (72,000 clientes) y de manera análoga para la campaña de sucursal.



Monitoreo

El reto de que la implementación del modelo sea un éxito no termina en el despliegue ya que posteriormente numerosas cosas pueden salir mal. En el caso del modelo de cancelación por falta de pago, una de las metas finales es concentrar los esfuerzos de venta hacia personas que son menos probables de caer en impago después de 60 días y así, disminuir pérdidas relacionadas a costos de emisión y obligaciones de cubrir siniestros de contratos de pólizas sin recepción del pago de primas por parte de los asegurados. Es posible que durante los primeros resultados visibles del impacto todo esté funcionando como se espera y las pérdidas de las campañas de venta vayan disminuyendo cada vez más durante un periodo determinado de tiempo, sin embargo, en el escenario donde después de un año la venta por sucursal comienza a ser más competitiva respecto a la venta por telemarketing, es posible que, conforme a lo redactado, la variable indicadora de la venta por telemarketing comience a jugar en contra a la predicción. Para este caso o alguno distinto que pueda presentarse en el futuro es necesario un monitoreo continuo y puntual.

Se sabe que habrá dos grupos de personas enviadas a las campañas de venta. El primer grupo abarcará la mayoría de clientes potenciales cada mes que no se marcarán con el resultado del modelo. El segundo será un grupo de control que sí utilizará el resultado del modelo de cancelación. A partir de la primer implementación deberán ir de la mano algunas métricas clave que ayudarán en el monitoreo y si en algún momento éstas últimas arrojan resultados que van en contra de la meta del negocio, se tendrá el tiempo pertinente para realizar cambios oportunos para encaminar de nuevo esa meta. Se espera que el grupo marcado tenga un cambio en el comportamiento en la tasa de cancelación o permanencia, que se discutirán más adelante, y se espera que las tasas del grupo no marcado tengan un comportamiento similar a las que se tenían antes de implementar el modelo.

Dada la naturaleza de la construcción, cualquier métrica de negocio que pueda traducir el desempeño, como la tasa de cancelación o la permanencia del cliente en el seguro, deberán comenzar a tomarse cuando haya transcurrido la duración del periodo de gracia después de que la última póliza de la campaña de venta se haya colocado, en este caso, 60 días.

Métricas de negocio

A partir del primer despliegue y para las personas que están dentro y fuera del grupo control se compararán cara a cara con el fin de vigilar la ejecución de las predicciones y su efecto en algunos KPI (siglas en inglés de *Key Performance Indicators* o indicadores clave de rendimiento). El primer KPI propuesto para el seguimiento del comportamiento de ambos grupos es la tasa de deserción (conocida en el negocio como *attrition*) la cual mide la parte de la población asegurada que no ha pagado ni un solo recibo una vez finalizado el periodo de gracia. Es una tasa de cancelación condicionada a la cantidad de días que han pasado posterior a la colocación. Así, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Deserción}_t = \frac{\text{No. pólizas canceladas sin recibos cobrados}_t}{\text{No. pólizas vendidas}_t}$$

Donde t es la campaña de venta de la cual la tasa está siendo calculada, recordando que se debe calcular 60 días después de la primera implementación.

El segundo indicador clave para evaluar el desempeño del modelo en el negocio es la tasa de permanencia, la cual mide cuántos recibos mensuales pagados por el asegurador se han recibido hasta el momento de cancelación. Como se explicó, el objetivo es reducir las cancelaciones por impago, luego un aumento de la permanencia de los productos ofrecidos a través del canal de venta por telemarketing y sucursal. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{RC}_t^m = \frac{\text{No. pólizas canceladas con } m \text{ recibos cobrados}_t}{\text{No. pólizas vendidas}_t},$$

donde m es el número de recibos cobrados y $m \geq 0$ y t es la campaña de venta de la cual la tasa está siendo calculada. Nótese que $\text{Deserción}_t = \text{Recibos Cobrados}_t^0$.

$$\text{Permanencia}_t = 1 - \text{Deserción}_t + \sum_{i=1}^m \left[\text{RC}_t^{i-1} (1 - \text{RC}_t^i) \right].$$

En un resultado ideal para los clientes potenciales la tasa de Deserción_t deberá disminuir, la tasa de $\text{Recibos Cobrados}_t^m$ deberá aumentar y con ello la tasa de Permanencia_t . Es ahora más obvia la importancia de valores que deben elegirse con cuidado como el threshold ya que también puede influir en el comportamiento de la colocación, medición importante en los dos KPI.

6. CONCLUSIÓN

En conclusión, el proyecto presentado muestra apenas una pequeña parte del vasto potencial que ofrece la ciencia de datos cuando se aplica con rigor y creatividad. Este campo se basa en fundamentos sólidos como la estadística, la probabilidad y la programación que ofrece una carrera tan completa como lo es la actuaría y que son cruciales para el desarrollo de modelos precisos y efectivos. En el contexto actual, la integración de la ciencia de datos con la actuaría y el uso de lenguajes de programación, como Python, representan un avance significativo en la eficiencia y la precisión de un análisis que está siempre en busca de mejorar el negocio, permitiendo a los profesionales mantenerse competitivos y a la vanguardia.

Es importante mencionar que a pesar de contar con las herramientas modernas, la intervención humana con capacidad de implementar e interpretar la estadística de los datos y la probabilidad subyacente en el momento adecuado, sumado a una comprensión aguda de la importancia del cobro de primas en una sociedad mutualista, sigue siendo fundamental. La sensibilidad y el juicio experto en la asignación de precios y la gestión de reservas son esenciales para evitar ineficiencias y asegurar la estabilidad financiera a corto, mediano y largo plazo de las aseguradoras. Además, el caso práctico analizado demuestra cómo un modelo de aprendizaje automático, como el LGBM, puede ser aplicado eficazmente en el ámbito actuarial, abordando problemas específicos relacionados con la teoría del seguro. No obstante, es importante reconocer que este modelo es solo una de muchas posibles aplicaciones de la ciencia de datos. La verdadera magia de esta disciplina radica en su capacidad para evolucionar y adaptarse, combinando conocimientos en estadística, programación y entendimiento del negocio donde se quiera aplicar para enfrentar una variedad de retos en distintos contextos.

En suma, la ciencia de datos ofrece un horizonte amplio y en constante expansión. La combinación de habilidades actuariales, junto con una comprensión profunda del contexto empresarial, puede llevar a desarrollos innovadores y soluciones efectivas en numerosos campos, enriqueciendo el impacto de la ciencia de datos en la práctica profesional.

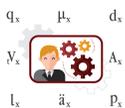


REFERENCIAS

- Chan, S. H., 2021 *Introduction to Probability for Data Science*. Michigan Publishing Services, MI.
- Consorti Minzoni, A., 1990 *Crónica de 200 años del Seguro en México*. CNSF, México.
- Friedman, J. H., R. Tibshirani, y T. Hastie, 2009 *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer, NY.
- Huerta Rosas, L. y C. Reynaud, 2009 *La Actuaría en México*. CONAC, México.
- Ingram, P., 2024 *Python Cheat Sheet: A Practical Handbook for Writing Cleaner, Faster, and More Efficient Python Code (The Complete Python Crash Course 2)*. Independently published, United States.
- Ke, G., Q. Meng, T. Finley, T. Wang, W. Chen, et al., 2017 Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. Neural Information Processing Systems, Long Beach, CA, USA **31st Conference**: 1-9.
- Masís, S., 2021 *Interpretable Machine Learning with Python*. Packt Publishing, AL.
- Ross, S., 2014a *A First Course in Probability*. Pearson, UK.
- Ross, S., 2014b *Introduction to Probability Models*. Elsevier, CA.
- Scavetta, R. J. y B. Angelov, 2021 *Python and R for the Modern Data Scientist: The Best of Both Worlds*. O'Reilly Media, CA.
- Shi, H., 2007 *Best-first Decision Tree Learning*. Hamilton, New Zealand.



Diana Romo Carrillo estudió Actuaría en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México de 2016 a 2020. Posteriormente comenzó su carrera profesional en Allianz México, y se convirtió en profesora asistente en su *Alma Mater*. Luego, fue invitada a trabajar en BNP Paribas Cardiff, y posteriormente en CitiBanamex, Actualmente presta su servicios profesionales como Científica de Datos en BBVA. Este artículo de investigación le representó ganar el Segundo Lugar del Premio Nacional de Actuaría y lo presentará como tesis para obtener su título profesional.



La Facultad de Ciencias Actuariales y el Colegio Nacional de Actuarios te invitan a participar como expositor en las:

JORNADAS DE ACTUARIZACIÓN

Vale por horas de Educación Continua del CONAC

Facultad de Ciencias Actuariales

Informes:

Dr. Daniel López Barrientos
daniel.lopez@anahuac.mx
[anahuac.mx/mexico](https://www.anahuac.mx/mexico)



COLEGIO NACIONAL DE ACTUARIOS

POSGRADOS, CURSOS Y TALLERES



Doctorado en Ciencias Actuariales



Sobre el doctorado

Es un programa orientado a la investigación. Su objetivo es formar investigadores expertos en el estudio científico de la incertidumbre y el riesgo. Cuenta con ocho materias obligatorias y cuatro materias electivas; tres de corte profesional y una de carácter multidisciplinar.

El doctorado cuenta con dos líneas de investigación: **Teoría del Riesgo y Estadística Aplicada**. El estudiante inicia su proyecto de tesis desde el primer semestre y tiene la posibilidad de elegir cursos electivos que abonen a su formación con temas vinculados a su propia investigación doctoral.

Conoce la oferta
completa de posgrados
Anáhuac

Facultad de
Ciencias Actuariales



Anáhuac
México

Coordinación académica:
Dr. Carlos Cuevas Covarrubias
ccuevas@anahuac.mx
Tel.: 55 5627 0210 ext. 7114

Informes:
Centro de Atención de Posgrado y Educación Continua
Tels.: 55 56 27 02 10 ext. 7100 y 55 53 28 80 87
posgrado@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico/posgrados/

Tu aliado estratégico

Ayudamos a las organizaciones a fortalecer sus procesos, garantizar el cumplimiento normativo y optimizar su desempeño operativo.

Somos una empresa de consultoría especializada en brindar soluciones integrales en:



Capacitación



Auditoría Interna



Control Interno



Riesgos



Servicios Actuariales



55 8187 2007



contacto@acrglobal.com.mx



www.acrglobal.com.mx



Diplomado en Pensiones

Objetivo:

Proporcionar al estudiante de este diplomado un conocimiento ordenado y suficiente que constituya una base sólida para el diseño, valuación de planes públicos y privados de pensiones y su administración.



Inscripción

Inversión

Público en General

\$1,000 + IVA

\$50,000 + IVA

Miembros CONAC

\$1,000 + IVA

\$40,000 + IVA

Miembros AMA

\$1,000 + IVA

\$40,000 + IVA

Miembros AMAC

N/A

\$29,000 + IVA

Estudiantes

\$1,000 + IVA

\$29,000 + IVA

Pago único en caso de tomar el diplomado completo.
Si se toman algunos módulos, el pago de la inscripción será por cada módulo.

Duración:

139 hrs

Temario:

Módulo 1

1.1 - Generalidades de los Sistemas Pensionarios

1.2 - Sistema de Ahorro para el Retiro

Módulo 2

Economía de las Pensiones

Módulo 3

Demografía: Aplicación a Sistemas de Pensiones

Módulo 4

Esquemas de Pensiones: Diseño

Módulo 5

Sistemas de Financiamiento: La Valuación Actuarial

Módulo 6

Aspectos Contables y Financieros de los Sistemas de Pensiones

6.1 - Inversión de Planes de Pensiones:

6.2 - Agencias e Instrumentos de financiamiento para esquemas privados de pensiones:

6.3 - Valuación actuarial

Registro:

informes@amac.mx

55 5559 0514

¡CONOCE NUESTRA OFERTA Y PROMOCIONES!



CURSOS CON HECSE

AGENDA 2025



- ✓ REASEGURO (14 HECSE) - 18-Marzo
- ✓ CONTABILIDAD DE SEGUROS (16 HECSE / 6 HRS NORMATIVIDAD) - 04-Marzo
- ✓ CONTABILIDAD DE REASEGURO (9 HECSE / 3.5 HRS NORMATIVIDAD) - 08-Abril
- ✓ IFRS 17 (21 HECSE / 3 NORMATIVIDAD) - 22-Abril
- ✓ SEGUROS DE VIDA (8 HECSE) - 25-Abril
- ✓ PRICING NO VIDA CON MODELOS DE MACHINE LEARNING EN R (16.5 HECSE) - 08-Marzo



- ✓ SOLVENCIA II CON R (30 HECSE / 10 HRS NORMATIVIDAD - CONAC) - 01-Abril
- ✓ MACHINE LEARNING CON PYTHON (20 HECSE - CONAC) - 26-Abril
- ✓ RIESGOS Y SIMULACIÓN DE PROCESOS ESTOCÁSTICOS (15 HECSE) - 10-Marzo
- ✓ CIENCIA DE DATOS APLICADA A LA INGENIERÍA FINANCIERA CON R (12 HECSE) - 23-Marzo
- ✓ POWER BI PARA FINANZAS (8 HECSE) - 08-Marzo

AGENDA 2025

CONTACTO:

- ✉ informes@rhcecam.com
- 🌐 <https://rhcecam.com>
- ☎ +52 (55) 4866-3933

RHCECAM Capacitación

BI, Seguros, Finanzas, Ciencia de Datos

Transforma la gestión de riesgos y fortalece tu carrera estudiando la:

Posgrados
ANÁHUAC

Maestría en Riesgo

Aperturas: Abril, julio y octubre 2025

Adquiere las
habilidades

necesarias para tomar
decisiones informadas
y estratégicas en un
entorno dinámico.

¡Inscríbete hoy y prepárate
para liderar en el mundo de la
administración de riesgos!

Conoce más

Facultad de
Ciencias Actuariales

Informes:
Mtra. Martha Reyes Villa
martha.reyes@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico

¡YA
te viste?

Diplomado



Introducción Analítica a la Ciencia de Datos

Del 4 de febrero al 16 de octubre de 2025



Martes y jueves de 18:00 a 20:00 horas
Sábados de 10:00 a 14:00 horas



Modalidad en línea



242 horas en total



Cuota de Recuperación

\$ 35,000.00 MXN - Público General
\$ 27,000.00 MXN - exalumnos y personal de la UNAM y afiliados a Fundación UNAM
\$ 24,000.00 MXN - Alumnos UNAM y egresados UNAM en los semestres 2024-1 y 2024-2.

Pago por módulo:

\$ 6,000.00 MXN - Público General
\$ 4,000.00 MXN - exalumnos y personal de la UNAM y afiliados a Fundación UNAM
\$ 3,500.00 MXN - Alumnos UNAM y egresados UNAM en los semestres 2024-1 y 2024-2.



Informes: SEAYC
Sitio web: www.educontinua.fciencias.unam.mx
Correo: educontinua.tramites@ciencias.unam.mx
Teléfono: 55 5622-5386
WhatsApp: 55 5666-4789



Maestría en **Estadística**

Objetivo del programa

Formar especialistas con profundo conocimiento de la teoría estadística, capaces de explotar con eficiencia los recursos computacionales para el análisis de la información, que apoyen los procesos de toma de decisiones y que propongan soluciones efectivas a los problemas derivados de la incertidumbre y el riesgo, en contextos académicos y profesionales.



**Trasciende
con visión**

Modalidad

Presencial

Duración

Dos años en
formato trimestral

Horario

Entre lunes y jueves por
la noche, o sábado por la
mañana

Coordinación académica:

Dr. Eliud Silva
jose.silva@anahuac.mx

Informes:

Centro de Atención de Posgrado y Educación Continua
Tels.: 55 56 27 02 10 ext. 7100 y 55 53 28 80 87
posgrado@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico/posgrados/

**¿YA
te viste?**

Conoce la oferta de
Posgrados Anáhuac

PRÓXIMOS CURSOS

Nombre del Curso	Duración de Horas	Fecha de Inicio	Horario	HECSE	Normatividad
Modelación Actuarial y Transferencia de Riesgos	24	15/01/2025	18:00 a 21:00 hrs.	10.5	0
Modelos Catastróficos en los Seguros de Vida	24	26/03/2025	18:00 a 21:00 hrs.	24	1
Modelos Catastróficos en los Seguros de Vida II	6	07/05/2025	18:00 a 21:00 hrs.	6	0
Cálculo del Límite Máximo de Retención en Instituciones de Seguros	12	11/06/2025	18:00 a 21:00 hrs.	24	1
Aplicaciones de GLM a Autos	15	21/05/2025	18:00 a 21:00 hrs.	14	0
BEL y Margen de Riesgo	24	19/02/2025	18:00 a 21:00 hrs.	24	5
Normativa de Límites Máximos de Retención	4	25/06/2025	18:00 a 20:00 hrs.	1	1
Normatividad en Productos de Seguro	4	11/02/2025	16:00 a 20:00 hrs.	4	4
Normatividad en Productos de Seguro	4	17/06/2025	16:00 a 20:00 hrs.	4	4
Acuerdo Servicios de Asistencia	6	10/03/2025	18:00 a 21:00 hrs.	1	1
Gobierno corporativo. Función actuarial, administración integral de riesgos y contraloría interna	3	22/04/2025	18:00 a 21:00 hrs.	1	1
Reportes Regulatorios	3	18/02/2025	18:00 a 21:00 hrs.	3	3
Reportes Regulatorios	3	24/06/2025	18:00 a 21:00 hrs.	3	3
Fundamentos de Programación en Python	30	19/03/2025	19:00 a 21:00 hrs.	20	0
Redes neuronales y aplicaciones de aprendizaje profundo en Python	12	10/02/2025	19:00 a 21:00 hrs.	3	0

Maestría en Economía: LIDERANDO EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Conviértete en un experto en análisis económico, desarrollo sostenible y toma de decisiones estratégicas.

Maestría diseñada para profesionales que buscan transformar comunidades y contribuir al desarrollo regional y global.

Este programa combina:

- Teoría económica avanzada.
- Herramientas de análisis de datos y enfoques prácticos.

Desarrolla habilidades para:

- Evaluar políticas públicas.
- Diseñar proyectos sostenibles.
- Gestionar soluciones económicas innovadoras.

Características destacadas:

- Teoría económica aplicada a problemas contemporáneos.
- Uso de software especializada y análisis de datos.
- Enfoque en desarrollo económico sostenible y economía social.
- Talleres prácticos y oportunidad de publicación científica.

Fechas importantes:

- Límite de registro al proceso de admisión: Miércoles 15 de enero de 2025
- Período de admisión: Jueves 16 de enero al Sábado 1 de febrero de 2025
- Inicio de ciclo académico, semestre A-2025: Viernes 7 de febrero de 2025



Este programa se llevará a cabo en las instalaciones de la División de Estudios de Posgrado de la FECA UJED.

Más información en:
posgradofeca.ujed.mx

O contáctanos al:
618 369 7751

UMA



UNIVERSIDAD MARISTA
CIUDAD DE MÉXICO

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN Y CONSULTORÍA

RVOE: 2003152

¡No pierdas esta oportunidad de transformar tu futuro profesional!

¡Inscríbete ahora y sé el impulsor de nuevas formas de liderar y coordinar elementos y recursos al interior de una organización como consultor independiente que promueve el continuo crecimiento de los negocios!

¡Impulsa tu carrera y conviértete en un líder del sector!

Pregunta por nuestros
PLANES DE APOYO

Inscripciones todo el año,
inicio de clases en: Enero y Agosto

COMUNICATE CON NOSOTROS Y SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES:

- ☎ 55 5902 1612
- ☎ 55 5063 3070, ext. 123 y 124
- ✉ Informes@umarista.edu.mx
- 📍 Av. General Leandro Valle 928, Colonia del Mar, Alcaldía Tláhuac, CDMX, C.P. 13270

UMA



UNIVERSIDAD MARISTA
CIUDAD DE MÉXICO

MAESTRÍA EN FINANZAS

RVOE: 20071000

¡No pierdas esta oportunidad de transformar tu futuro profesional!

¡Inscríbete ahora y adquiere las habilidades clave para destacar en el ámbito económico!

Domina los conceptos macroeconómicos y comprende las variables críticas del mercado. Gestiona eficientemente el sistema financiero mexicano y sus actores, y aprende a aplicar las matemáticas para resolver problemas complejos de cálculo.

¡Impulsa tu carrera y conviértete en un líder del sector!

Pregunta por nuestros
PLANES DE APOYO

Inscripciones todo el año,
inicio de clases en: Enero y Agosto

COMUNICATE CON NOSOTROS Y SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES:

- ☎ 55 5902 1612
- ☎ 55 5063 3070, ext. 123 y 124
- ✉ Informes@umarista.edu.mx
- 📍 Av. General Leandro Valle 928, Colonia del Mar, Alcaldía Tláhuac, CDMX, C.P. 13270



FCA
POSGRADO

ELIGE TU CAMINO

MAESTRÍAS EN:

ADMINISTRACIÓN

IMPUESTOS

CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

GESTIÓN E INNOVACIÓN PÚBLICA

(442) 192 1200 EXT. 52600
jefatura.posgrado.fca@uaq.edu.mx



FCA
POSGRADO

ELIGE TU CAMINO

ESTUDIA UN POSGRADO EN FCA

DOCTORADOS EN:

ADMINISTRACIÓN

CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

FISCAL

(442) 192 1200
EXT. 52600

jefatura.posgrado.fca@uaq.edu.mx





COLEGIO
NACIONAL
DE ACTUARIOS

MÉXICO